

(11)Publication number : 07-209662
 (43)Date of publication of application : 11.08.1995

(51)Int.Cl. G02F 1/1343
 G02F 1/133
 G02F 1/1347

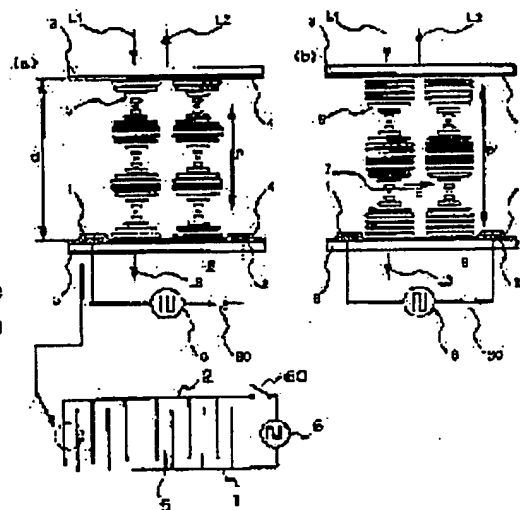
(21)Application number : 06-006588 (71)Applicant : HITACHI LTD
 (22)Date of filing : 25.01.1994 (72)Inventor : SASAKI TORU
 KITAJIMA MASAOKI
 HIYAMA IKUO
 KONDO KATSUMI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize a reflection type color liquid crystal display device having high light utilization efficiency.

CONSTITUTION: Cholesteric liquid crystal compsn. 5 having a selective reflection wavelength of visible light are filled into the gap between a pair of substrates 3 opposed each other with a specified interval. Electrodes 1, 2 having a structure for impressing an electric field in a direction parallel with the surface of at least one substrate opposed to the other substrate of a pair of the substrate 3, on the liquid crystal compsns. are formed on the surface above described. The pitch of the cholesteric liquid crystal compsns. 5 is changed by the electric field to change the central wavelength of the selective reflection, by which the display of plural colors is made possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.08.1999
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3184693
 [Date of registration] 27.04.2001
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The cholesteric-liquid-crystal constituent with which the gap of the substrate of the couple made to counter at fixed spacing and the substrate of said couple was filled up with the screw axis so that it might become an abbreviation perpendicular on both the front faces of the substrate of said couple, It has the electrode group prepared in the front face by the side of the substrate of another side of one [at least] substrate of the substrates of said couple. Both the front faces by the side of the substrate of another side of the substrate of said couple It is processed so that the orientation azimuth of said cholesteric-liquid-crystal constituent molecule may become fixed to the front face concerned. Said electrode group So that the electric field of a direction parallel to the front face of the substrate of said couple may be impressed to said cholesteric-liquid-crystal constituent It is the liquid crystal display which is arranged on the front face by the side of the substrate of another side of one [at least] substrate of the substrates of said couple, and is characterized by controlling the spiral pitch of said cholesteric-liquid-crystal constituent by said electric field impressed by said electrode group.

[Claim 2] The liquid crystal display according to claim 1 with which spiral torsion was filled up with the right hand wind cholesteric-liquid-crystal constituent, A product with the refractive index n of a right hand wind cholesteric-liquid-crystal constituent, the spiral spontaneous pitch p_0 , and an average of torsion of said spiral [equal] It is the liquid crystal display which has the liquid crystal display according to claim 1 with which spiral torsion was filled up with the left hand wind cholesteric-liquid-crystal constituent, and is characterized by carrying out the laminating of said each liquid crystal display so that said substrate of each liquid crystal equipment may become parallel in the sequence of arbitration.

[Claim 3] The spontaneous pitch p_0 of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent, and the liquid crystal display according to claim 1 with which a product with the average refractive index n fills the relation of $380(\text{nm}) \leq n - p_0 \leq 530(\text{nm})$, The spontaneous pitch p_0 of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent, and the liquid crystal display according to claim 1 with which a product with the average refractive index n fills the relation of $480(\text{nm}) \leq n - p_0 \leq 630(\text{nm})$, The spontaneous pitch p_0 of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent, and the liquid crystal display according to claim 1 with which a product with the average refractive index n fills the relation of $570(\text{nm}) \leq n - p_0 \leq 800(\text{nm})$, It is the liquid crystal display which it has a light absorber, the laminating of said each liquid crystal display is carried out so that said substrate of each liquid crystal equipment may become parallel in the sequence of arbitration, and is characterized by arranging said light absorber at the lower layer of all the liquid crystal displays by which the laminating was carried out.

[Claim 4] It is a liquid crystal display according to claim 1. Said electrode group The 1st electrode group periodically arranged on the front face of said substrate at fixed spacing, The 2nd electrode group arranged periodically in the location where the 1st electrode group and said spacing shifted $1/6$, The 3rd electrode group arranged periodically in the location where said

spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction 2/6 to the 1st electrode group, The 4th electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction 3/6 to the 1st electrode group, The 5th electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction 4/6 to the 1st electrode group, The 6th electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction 5/6 to the 1st electrode group is included. And said 1st electrode group and said 2nd electrode group It is the liquid crystal display characterized by having connected with the 7th electrode arranged in the location of arbitration, and having connected said 4th electrode group and said 5th electrode group to the 8th electrode arranged in the location of arbitration.

[Claim 5] It is the liquid crystal display characterized by being a liquid crystal display according to claim 4, and the product of the spontaneous pitch p_0 of the spiral of said cholesteric-liquid-crystal constituent and the average refractive index n filling the relation of degree type $380(\text{nm}) \leq n-p \leq 530(\text{nm})$.

[Claim 6] Each electrode group of a liquid crystal display which is a liquid crystal display according to claim 2 or 3, and is different among the electrode groups of each of said liquid crystal display by which the laminating was carried out is a liquid crystal display characterized by being arranged in the location same about a direction parallel to said substrate as mutual.

[Claim 7] It is the liquid crystal display which is a direction parallel to the substrate of each liquid crystal display with which it is a liquid crystal display according to claim 2 or 3, and the laminating of each electrode group of a different liquid crystal display among the electrode groups of each of said liquid crystal display by which the laminating was carried out was carried out, and is characterized by being arranged so that electric field may be impressed in the direction different, respectively.

[Claim 8] It is a liquid crystal display according to claim 2, 3, 6, or 7. The spacing d of the substrate of said couple of each of said liquid crystal display In the point of arbitration always The spontaneous pitch p_0 of the spiral of said cholesteric-liquid-crystal constituent, The angular difference ϕ of the orientation azimuth of the cholesteric-liquid-crystal constituent molecule in the front face of one substrate of the substrate of said couple, and the orientation azimuth of the cholesteric-liquid-crystal constituent molecule in the front face of the substrate of another side the forward constant integer m -- receiving -- degree type $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)|$ -- < -- the liquid crystal display characterized by filling one fourth of relation.

[Claim 9] It is a liquid crystal display according to claim 1, 4, or 5. The spacing d of the substrate of said couple In the point of arbitration always The spontaneous pitch p_0 of the spiral of said cholesteric-liquid-crystal constituent, The angular difference ϕ of the orientation azimuth of the cholesteric-liquid-crystal constituent molecule in the front face of one substrate of the substrate of said couple, and the orientation azimuth of the cholesteric-liquid-crystal constituent molecule in the front face of the substrate of another side the forward constant integer m -- receiving -- degree type $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)|$ -- < -- the liquid crystal display characterized by filling one fourth of relation.

[Claim 10] The liquid crystal display characterized by having the common Yukimitsu-ized means which is a liquid crystal display according to claim 2, 3, 6, 7, or 8, and has been arranged in the upper part of two or more of said liquid crystal displays by which the laminating was carried out refracted so that the light concerned may carry out incidence of the outdoor daylight which carries out incidence to the substrate of each of said liquid crystal display at an abbreviation perpendicular.

[Claim 11] The liquid crystal display characterized by having the common Yukimitsu-ized means which is a liquid crystal display according to claim 1, 4, 5, or 9, and has been arranged in the upper part of said liquid crystal display refracted so that the light concerned may carry out incidence of the outdoor daylight which carries out incidence to the substrate of said liquid crystal display at an abbreviation perpendicular.

[Claim 12] The liquid crystal display characterized by having the transparency mold liquid crystal display which controls the quantity of light which the quantity of light which it is a liquid crystal display according to claim 2, 3, 6, 7, 8, or 10, and a laminating is carried out to the upper layer of

two or more of said liquid crystal displays of said, by which the laminating was carried out, and carries out incidence to said two or more of said liquid crystal displays, or said two or more of said liquid crystal displays reflect outside for every predetermined field on a field parallel to said substrate of two or more of said liquid crystal displays.

[Claim 13] The liquid crystal display characterized by having the transparency mold liquid crystal display which controls the quantity of light which the quantity of light which it is a liquid crystal display according to claim 1, 4, 5, 9, or 11, and a laminating is carried out to the upper layer of said liquid crystal display, and carries out incidence to said liquid crystal display, or said two or more of said liquid crystal displays reflect outside for every predetermined field on a field parallel to said substrate.

[Claim 14] The liquid crystal display characterized by having the power source which carries out sequential impression of the electrical potential difference for generating said electric field in the electrode of two liquid crystal displays which made sequential selection from the inside of said three liquid crystal displays from said power source so that it may be a liquid crystal display according to claim 3 and the liquid crystal display which was not chosen may take the place in order.

[Claim 15] It is a liquid crystal display according to claim 4. The absolute value of the potential difference between said 7th electrode and 3rd electrode, The absolute value of the potential difference between said 8th electrode and 6th electrode always turns into the 1st predetermined value equally. The absolute value of the potential difference between said 3rd electrode and 8th electrode, The liquid crystal display characterized by having two or more power sources which impress the electrical potential difference on which the predetermined amplitude was alternating-current-ized by said the 3rd electrode, 6th electrode, 7th electrode, and 8th electrode, respectively so that the absolute value of the potential difference between said 6th electrode and said 1st electrode may always turn into the 2nd predetermined value equally.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the liquid crystal display which performs color display by the reflected light using cholesteric liquid crystal.

[0002]

[Description of the Prior Art] It can be said that the liquid crystal display of a reflective mold fits application of the information machines and equipment of a pocket mold compared with the liquid crystal display of a transparency mold by not needing the light source since power consumption is also small.

[0003] Moreover, as a liquid crystal display of such a conventional reflective mold, the liquid crystal display of the reflective mold using Proceedings of SID and the cholesteric-nematic phase transition nature indicated by Vol.27(1986) p.223-227 is known, for example.

[0004] In the liquid crystal display of this Proceedings of SID and a reflective mold given in Vol.27(1986) p.223-227 The dichroism coloring matter from which absorption-of-light nature differs according to the direction of orientation in the liquid crystal constituent which presents a cholesteric phase in the state of no electric-field impressing is mixed. A guest-host mold and nothing. The electric field (direction parallel to the screw axis of a cholesteric-liquid-crystal constituent) of a direction vertical to the substrate which pinches a liquid crystal constituent were impressed, and a color which is different from the time of un-impressing [of electric field] in the phase transition to a nematic phase a lifting and by changing the direction of orientation of a dichroism coloring matter molecule by this was displayed.

[0005] Moreover, it was impressing by carrying out the charge and discharge of the load approximated in the electric field of a direction vertical to a substrate by the parallel plate mold capacitor element which pinches a liquid crystal constituent.

[0006] Moreover, the color display in the conventional liquid crystal display has arranged the micro light filter of the optical absorption mold corresponding to the red who is the three primary colors of light, green, and blue to one-piece one pixel like a JP,49-74438,A publication, and was realized by the additive mixture of colors of the light which penetrated the micro light filter.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the liquid crystal display of said Proceedings of SID and a reflective mold given in Vol.27(1986) p.223-227, there was a problem that it was difficult to obtain sufficient contrast ratio, from there being an upper limit in the amount of dichroism coloring matter mixable in a liquid crystal constituent, and the direction of orientation of a dichroism coloring matter molecule not gathering thoroughly. In addition, in order to raise a contrast ratio, when a polarizing plate is used, since a polarizing plate has the operation which takes out only polarization of the specific direction with the oscillating direction of electric field from a non-polarized light, and absorbs polarization of other directions, the utilization effectiveness of light will fall, and the problem that the display screen becomes dark will arise.

[0008] Moreover, in order that the major axis of a liquid crystal constituent molecule may carry out the motion which starts from the front face of a substrate, the problem that a domain boundary will occur in the part from which the direction of a standup differs, and a display will be confused arises.

[0009] Moreover, in order to realize color display, when the micro light filter mentioned above was used, the utilization effectiveness of light surely fell and there was a problem that the display screen became dark.

[0010] Moreover, in order to impress by carrying out the charge and discharge of the load approximated in electric field by the parallel plate mold capacitor element which pinches a liquid crystal constituent, there was a problem that power consumption was large. Moreover, by such impression method, since it will be necessary to prepare an electrode in the both sides of a liquid crystal layer, there was a problem that visibility deteriorated according to the direction which looks at the screen.

[0011] In addition, about the liquid crystal display using a nematic liquid crystal constituent, the electric field of a direction parallel to a substrate are impressed by the ctenidium-like electrode pair prepared only in one liquid crystal layer side like a JP,63-21907,B publication, and the technique of changing the direction of orientation of a nematic liquid crystal constituent is known.

[0012] Then, this invention aims at offering the color liquid crystal display of the reflective mold which can perform bright color display good.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The substrate of the couple which this invention was made to counter at fixed spacing in order to attain said object, The cholesteric-liquid-crystal constituent with which the gap of the substrate of said couple was filled up with the screw axis so that it might become an abbreviation perpendicular on both the front faces of the substrate of said couple. It has the electrode group prepared in the front face by the side of the substrate of another side of one [at least] substrate of the substrates of said couple. Both the front faces

by the side of the substrate of another side of the substrate of said couple. It is processed so that the orientation azimuth of said cholesteric-liquid-crystal constituent molecule may become fixed to the front face concerned. Said electrode group is so that the electric field of a direction parallel to the front face of the substrate of said couple may be impressed to said cholesteric-liquid-crystal constituent. It is arranged on the front face by the side of the substrate of another side of one [at least] substrate of the substrates of said couple, and the 1st liquid crystal display characterized by being characterized by controlling the spiral pitch of said cholesteric-liquid-crystal constituent by said electric field impressed by said electrode group is offered.

[0014] It is such a liquid crystal display. Moreover, said electrode group. The 1st electrode group periodically arranged on the front face of said substrate at fixed spacing, The 2nd electrode group arranged periodically in the location where the 1st electrode group and said spacing shifted $1/6$, The 3rd electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction $2/6$ to the 1st electrode group, The 4th electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction $3/6$ to the 1st electrode group, The 5th electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction $4/6$ to the 1st electrode group, The 6th electrode group arranged periodically in the location where said spacing shifted in said the 2nd electrode and this direction $5/6$ to the 1st electrode group is included. And said 1st electrode group and said 2nd electrode group. Connecting with the 7th electrode arranged in the location of arbitration, said 4th electrode group and said 5th electrode group offer the 2nd liquid crystal display characterized by having connected with the 8th electrode arranged in the location of arbitration.

[0015] Moreover, using said the 1st or 2nd two liquid crystal display, a product with the refractive index n of the spontaneous pitch p_0 of the spiral and an average of said cholesteric-liquid-crystal constituent of both is equal, and, as for this invention, spiral torsion offers the 1st liquid crystal display which considered as the thing of the reverse sense and carried out the laminating of the two liquid crystal displays.

[0016] The 1st three drop mentioned above is used for this invention. Moreover, each liquid crystal display of each class, The product of the spontaneous pitch p_0 of the spiral and the average refractive index n a cholesteric-liquid-crystal constituent, respectively. What fills the relation of $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$, The relation of what fills the relation of $480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$, and $570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$ shall be filled. The 2nd liquid crystal display arranged in the lower layer of each liquid crystal display which carried out the laminating of each liquid crystal display so that said substrate of each liquid crystal equipment might become parallel in the sequence of arbitration, and carried out the laminating of the light absorber is offered.

[0017] In addition, it is desirable to equip the upper part with the transparency mold liquid crystal display which controls the quantity of light which carries out incidence to still such a liquid crystal display and a liquid crystal display, or the quantity of light which this reflects outside for every predetermined field on a field parallel to said substrate of two or more of said liquid crystal displays. Moreover, the spacing d of the substrate of said couple of each of said liquid crystal display. In the point of arbitration always. The spontaneous pitch p_0 of the spiral of said cholesteric-liquid-crystal constituent, The angular difference ϕ of the orientation azimuth of the cholesteric-liquid-crystal constituent molecule in the front face of one substrate of the substrate of said couple, and the orientation azimuth of the cholesteric-liquid-crystal constituent molecule in the front face of the substrate of another side the forward constant integer m -- receiving -- degree type $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)|$ -- < -- it is desirable to fill one fourth of relation. Moreover, it is desirable to equip each liquid crystal display and liquid crystal display which were mentioned above with a common Yukimitsu-ized means arranged in the upper part of said liquid crystal display by which it is further refracted so that incidence may be carried out to the substrate of a liquid crystal display at an abbreviation perpendicular.

[0018]

[Function] Now, according to said 1st liquid crystal display, if an electrical potential difference is impressed to inter-electrode, the electric field of a direction almost parallel to a substrate front

face will be impressed to a cholesteric-liquid-crystal constituent. In order to receive force which is rotated by this electric field in the field where the direction of orientation of the molecule major axis of a cholesteric-liquid-crystal constituent is parallel to a substrate front face, the pitch p of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent becomes larger than the spontaneous pitch p_0 . Between the main wavelength λ of the selective reflection of the light of the direction of a screw axis of a cholesteric-liquid-crystal constituent, and the pitch p of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent and the average refractive index n , since there is relation it is unrelated $\lambda = n \cdot p$, when the pitch of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent becomes large, the main wavelength of the selective reflection of light becomes large. The color which follows and carries out selective reflection can be controlled by the electrical potential difference impressed to an electrode group, and color display can be realized.

[0019] Moreover, the major axis of a cholesteric-liquid-crystal constituent molecule only carries out the motion which rotates in a field parallel to a substrate front face by the electric field of a direction almost parallel to a substrate front face, and in order not to carry out the motion which starts from the front face of a substrate, the domain boundary by the directions of a standup differing does not occur. If it sets up so that $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$ may always be filled at the point of arbitration where the spacing d of the substrate of the couple made to counter especially was filled up with the liquid crystal presentation section, the domain boundary by difference of number of turns will not occur. In addition, a domain boundary here is a part from which the orientation vector (director) of a liquid crystal constituent changes discontinuously spatially. Moreover, if it has a common Yukimitsu-ized means arranged in the upper part of said liquid crystal display by which it is refracted so that incidence may be carried out to the substrate of a liquid crystal display at an abbreviation perpendicular, dispersion in the visibility by difference of a viewing angle is mitigable.

[0020] According to said 2nd liquid crystal display, the KORESU tick liquid crystal constituent whose main wavelength of the selective reflection in a spontaneous pitch is a blue field is used, for example. Moreover, the absolute value of the potential difference between said 7th electrode and 3rd electrode, Selective reflection core wavelength serves as [the absolute value of the potential difference between said 8th electrode and 6th electrode] always equal red / value which becomes green. The absolute value of the potential difference between said 3rd electrode and 8th electrode, So that selective reflection core wavelength may serve as [the absolute value of the potential difference between said 6th electrode and said 1st electrode] a value of green/red always equal The red who is the three primary colors of light, blue, and green can realize the reflective pattern arranged periodically by turns by impressing the electrical potential difference on which the predetermined amplitude was alternating-current-ized by said the 3rd electrode, 6th electrode, 7th electrode, and 8th electrode, respectively. It follows, and if the upper part is equipped with the transparency mold liquid crystal display which controls the quantity of light which carries out incidence to a liquid crystal display, or the quantity of light which this reflects outside for every predetermined field on a field parallel to said substrate of two or more of said liquid crystal displays, red, blue, and the green quantity of light can be controlled to arbitration, and a full color display can be realized.

[0021] Next, according to said 1st liquid crystal display, with the cholesteric-liquid-crystal constituent of a right hand wind coil and an left hand wind coil, spiral torsion can reflect both right-handed-rotation polarization and left-handed-rotation polarization, and can improve efficiency for light utilization.

[0022] Moreover, the reflective pattern with which the red who is the three primary colors of light by carrying out sequential impression of the electrical potential difference for generating said electric field from said power source, blue, and green are periodically reflected by turns by the electrode of two liquid crystal displays which made sequential selection from the inside of said three liquid crystal displays is realizable so that the liquid crystal display which was not chosen may take the place in order, for example according to said 2nd liquid crystal display. It follows, and if the upper part is equipped with the transparency mold liquid crystal display which controls the quantity of light which carries out incidence to a liquid crystal display, or the

quantity of light which this reflects outside for every predetermined field on a field parallel to said substrate of two or more of said liquid crystal displays, it can double with the period which said red, blue, and green change, red, blue, and the green quantity of light can be controlled to arbitration, and a full color display can be realized.

[0023]

[Example] Hereafter, the example of the liquid crystal display concerning this invention is explained.

[0024] [Example 1] The 1st example is explained first.

[0025] The cross section of the liquid crystal display applied to **** 1 example at drawing 1 a is shown.

[0026] The liquid crystal display concerning **** 1 example forms the metal electrodes 1 and 2 of a strip-of-paper-like configuration in the front face of one substrate of the plastic plate 3 of the light transmission nature of a couple, and forms the polyimide resin orientation film 4 in the front face on which the substrate 3 of a couple faces each other so that electrodes 1 and 2 may be covered so that it may illustrate.

[0027] Moreover, rubbing processing has been performed so that the direction of a molecule major axis of the liquid crystal constituent 5 in a substrate front face may carry out orientation to the orientation film 4 almost at right angles to the direction of a long side of electrodes 1 and 2. That is, it was made for the angular difference ϕ of the orientation azimuth of the liquid crystal constituent molecule 5 in each substrate front face of the substrate 3 of a couple to be set to 0. In addition, angular difference ϕ was made into the angular difference of the direction of a molecule major axis in each substrate front face of the substrate 3 of a couple as shown in drawing 2.

[0028] Moreover, opposite arrangement of the substrate 3 of a couple was carried out at the fixed spacing $d = 5$ (micrometer) with the plastics bead spacer (not shown), a dielectric constant anisotropy is forward, the average refractive index n is 1.5 and spiral torsion has filled up into the gap of the substrate 3 of this couple with the right hand wind coil the liquid crystal constituent 5 with which the spiral spontaneous pitch p_0 presents the cholesteric phase of 280 (nm). In addition, as such a liquid crystal constituent, the mixture of cholesteryl chloride and a cyano pentyl biphenyl etc. can be used, for example.

[0029] Moreover, it crosses all over a liquid crystal display, and the spacing d of the substrate of a couple is $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4 \dots$ (formula 1)

The error of the method spacing d of ***** was stored. The number of turns of the spiral of the liquid crystal constituent in all these electric fields with which it filled up between the substrates of a couple can be made the same, and one same direction of the two directions of the reverse sense can be made to carry out orientation of the sense of the molecule major axis to mutual [almost vertical to the direction of a long side of electrodes 1 and 2] by doing in this way.

[0030] However, m is a forward constant integer and set m as 18 here.

[0031] And AC power supply 6 which can change the amplitude of output voltage was connected to electrodes 1 and 2 through the switching element 60 which controls the electrical potential difference impressed to electrodes 1 and 2.

[0032] In the liquid crystal display of such structure, the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 is set to p shown in drawing 1 a in an electrode 1 and the condition that an electrical potential difference is not impressed among two. On the front face of the orientation film 4, since the direction of a molecule major axis of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 is specified in the direction almost vertical to the direction of a long side of electrodes 1 and 2, the pitch p of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 in the condition that the gap of the substrate 3 of the couple made to counter at intervals of [fixed] d was filled up shifts a little from the spontaneous pitch p_0 .

[0033] $\Lambda = n \cdot p$ which becomes settled with the pitch p of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 among the incident light L_1 to a liquid crystal display 8 from the property of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 in this condition here ... (formula 2)
Selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light L_2 of the

wavelength field centering on the main wavelength λ of selective reflection is carried out. Selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light is carried out because torsion of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 is a right hand wind coil. In addition, as mentioned above, n expresses the refractive index of an average of a cholesteric-liquid-crystal constituent. Here, in the electrode 1 and the condition that an electrical potential difference is not impressed among two, the main wavelength λ of selective reflection was 417 (nm).

[0034] Next, where it turned on the switching element 60 and an electrical potential difference is impressed between an electrode 1 and 2 from AC power supply 6, since the electric field 7 almost parallel to the front face of the substrate 3 of a couple occur and the direction of the molecule major axis of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 sense-comes to be easy in the direction of the impression electric field 7, the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 changes to p' in drawing 1 b from p in drawing 1 a.

[0035] It follows, selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light L2 of the wavelength field centering on the main wavelength λ of the selective reflection which becomes settled in $\lambda = n \cdot p'$ is carried out, and the light L3 which doubled the selective reflection light L2, the left-handed-rotation circular polarization of light of the same wavelength field, and light other than the wavelength field of the selective reflection light L2 penetrates.

[0036] The relation between the electric field 7 impressed to the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 when changing the amplitude of the output voltage from AC power supply 6 where it turned on the switching element 60 in drawing 3 and an electrical potential difference is impressed to it between an electrode 1 and 2 from AC power supply 6, and the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 is shown.

[0037] The pitch of the spiral which was p when impression electric field were 0 so that it may illustrate became infinity when it increased stair-like like a curve 100, and impression electric field reached a threshold E_{th} as impression electric field were increased, and a spiral came loose thoroughly. Here, if a liquid crystal display 8 is driven by electric-field E_{m-1} , E_{m-2} , E_{m-3} , and — which avoided the ends of the step on the step of each stairway for which it asked from the smooth curve 101 created from this impression electric-field-spiral pitch property 100, it separates from the point that a spiral pitch becomes discontinuous, and can operate to stability. That is, in electric-field E_{m-1} by which a whorl pitch is stabilized, E_{m-2} , E_{m-3} , and —, it separates from the point that a spiral pitch becomes instability, and operates to stability. Moreover, in electric-field E_{m-1} , E_{m-2} , E_{m-3} , and —, a domain boundary does not generate the spacing d between the substrates 3 of a couple in order to always fill a formula (1) to the spontaneous pitch p_0 of the angular difference ϕ of an orientation azimuth, and a spiral.

[0038] Now, if a liquid crystal display 8 is driven by such actuation, as shown in drawing 4, the main wavelength of selective reflection can be changed. Namely, although reflected in the condition that an electrical potential difference is not impressed, between an electrode 1 and 2 with the reflection factor shown with a curve ten B1, the selective reflection light L2 of a liquid crystal display 8 If the amplitude of the output voltage from AC power supply 6 is changed where it turned on the switching element 60 and an electrical potential difference is impressed between an electrode 1 and 2 from AC power supply 6, when the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 increases It changes so that it may be reflected with the reflection factor shown by curvilinear 10G1 and ten R1. And it changes so that the color of blue, green, and red may be reflected and it may be visible in connection with this.

[0039] On the other hand, the wavelength dependency of the permeability of a liquid crystal display 8 was shown in drawing 5. The curve ten B3 in drawing, 10 G3, and ten R3 are the permeability of the transmitted light L3 in the condition that the properties of selective reflection are the curve ten B1 in drawing 4, 10G1, and ten R1, respectively. The transmitted light L3 as well as the selective reflection light L2 changes with an electrode 1 and the electrical potential differences impressed among two from AC power supply 6.

[0040] Now, by the method which impresses the electric field of a direction vertical to the front face of the conventional substrate to a liquid crystal constituent, in order that the major axis of

a liquid crystal constituent molecule may carry out the motion which starts from the front face of a substrate, a domain boundary occurs in the part from which the direction of a standup differs, and a display is confused. However, since according to **** 1 example the major axis of a liquid crystal constituent molecule is created so that it may only rotate in an parallel field on the surface of a substrate so that torsion of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent may be cleared by the electric field of an almost parallel direction on the surface of a substrate, and a formula (1) may be filled further, a domain boundary is not generated but a display is maintained good.

[0041] As mentioned above, according to **** 1 example, the pitch p of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 can be changed, and the wavelength dependency of the reflected light L_2 of a liquid crystal display 8 and the transmitted light L_3 can be controlled by the electric field 7 almost parallel to the front face of the substrate 3 of a couple with very high reflection factor and permeability.

[0042] Therefore, if the configuration shown in drawing 1 is arranged on a matrix as one cel, the bright color liquid crystal display which can display eight colors of the combination of the arbitration of RGB and which improved efficiency for light utilization is realizable.

[0043] In addition, although the plastic plate was used as a substrate 3 of a couple in the **** 1 example, a glass substrate may be used that what is necessary is just the substrate which has light transmission nature. Moreover, although the metal electrode was used as electrodes 1 and 2, an oxide with light transmission nature like ITO (an indium and stannic acid ghost) may be used that what is necessary is just the member which has conductivity. Furthermore, although electrodes 1 and 2 were formed only in one substrate front face of the substrates 3 of a couple, even if it divides into both substrates and forms, effectiveness does not change them. Moreover, although polyimide resin was used as orientation film 4, polyamic acid may be used that what is necessary is just the member which has the operation orientation of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 is carried out [operation] to homogeneity. Furthermore, although orientation of the direction of a molecule major axis of the liquid crystal constituent 5 in a substrate front face was carried out by rubbing processing almost at right angles to the direction of a long side of electrodes 1 and 2, the direction of orientation is arbitrary, can be set up in the direction as for which the liquid crystal constituent 5 tends to carry out orientation to homogeneity, and may be made to carry out the approach of orientation processing to rubbing processing by the approach of an except. Moreover, as long as a formula (1) is filled, it is arbitration, and the spacing d which the angular difference ϕ of the orientation azimuth of the liquid crystal constituent molecule 5 in each substrate front face of the substrate 3 of a couple and the substrate 3 of a couple counter may be changed in order to set the threshold E_{th} of impression electric field as a suitable value. Moreover, the cholesteric-liquid-crystal constituent to be used can also use the cholesteric-liquid-crystal constituent of arbitration, as long as operating temperature limits, the temperature coefficient of a spiral pitch, etc. have a suitable value.

[0044] The 2nd example of this invention is explained below the [example 2].

[0045] In the liquid crystal display concerning said 1st example, **** 2 example is replaced with the cholesteric-liquid-crystal constituent whose dielectric constant anisotropy is forward, and fills up the gap of the substrate 3 of a couple with the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 whose dielectric constant anisotropy is negative.

[0046] If a switching element 60 is turned on and an electrical potential difference is impressed between an electrode 1 and 2 from AC power supply 6, as shown in drawing 2, since the electric field 7 almost parallel to the front face of the substrate 3 of a couple will occur and the direction of the molecule minor axis of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 will sense-come to be easy in the direction of the impression electric field 7, the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 changes from p to p' . It follows, and like said 1st example, with increasing the impression electric field 7, it changes so that the color of blue, green, and red may be reflected and it may be visible.

[0047] The 3rd example of this invention is explained below the [example 3].

[0048] In the liquid crystal display concerning said 1st example, **** 3 example is replaced with

the cholesteric-liquid-crystal constituent whose spiral torsion is a right hand wind coil, and fills up the gap of the substrate 3 of a couple with the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 whose spiral torsion is an left hand wind coil.

[0049] As such a liquid crystal constituent, there is mixture of a cholesteryl millimeter state and a cyano pentyl biphenyl, for example.

[0050] If according to the liquid crystal display concerning **** 3 example a switching element 60 is turned on and an electrical potential difference is impressed between an electrode 1 and 2 from AC power supply 6, since the electric field 7 almost parallel to the front face of the substrate 3 of a couple will occur and the direction of the molecule major axis of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 will sense-come to be easy in the direction of the impression electric field 7, the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 changes from p to p' . Since torsion of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5 is an left hand wind coil among the incident light L1 to a liquid crystal display 8, the circular polarization of light L2 by which selective reflection is carried out It becomes the left-handed-rotation circular polarization of light of the wavelength field centering on the main wavelength λ of the selective reflection which becomes settled by (the formula 2) with the pitch p of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituent 5. The light L3 which doubled the selective reflection light L2, the right-handed-rotation circular polarization of light of the same wavelength field, and light other than the wavelength field of the selective reflection light L2 will penetrate.

[0051] Other points are the same as said 1st example.

[0052] The 4th example of this invention is explained below the [example 4].

[0053] The cross section of the liquid crystal display applied to **** 4 example at drawing 7 is shown.

[0054] Liquid crystal display 8a which the liquid crystal display concerning **** 4 example requires for said 1st example with which spiral torsion filled up right hand wind cholesteric-liquid-crystal constituent 5a, Liquid crystal display 8b concerning said 3rd example with which spiral torsion filled up left hand wind cholesteric-liquid-crystal constituent 5b When it sees from a direction vertical to the screen, the pattern of the electrodes 1 and 2 of 1st liquid crystal display 8a, and the electrode 1 of 2nd liquid crystal display 8b and two patterns carry out laminating arrangement so that it may overlap mutually, respectively.

[0055] Thus, although the outdoor daylight L1 which carried out incidence by arranging each electrode of each liquid crystal display so that it may overlap mutually is interrupted with the electrodes 1 and 2 of 1st liquid crystal display 8a, it is not interrupted with the electrodes 1 and 2 of 2nd liquid crystal display 8b. Therefore, the ratio by which the outdoor daylight L1 which carried out incidence is interrupted with the electrodes 1 and 2 of a strip-of-paper-like configuration is maintained low, and efficiency for light utilization improves.

[0056] Now, selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light of the wavelength field centering on the main wavelength of the selective reflection decided by (the formula 2) among the outdoor daylight L1 which carried out incidence to 1st liquid crystal display 8a is carried out, and the remaining light penetrates. Selective reflection of the left-handed-rotation circular polarization of light of the wavelength field centering on the main wavelength of the selective reflection decided by (the formula 2) among the remaining light is carried out by 2nd liquid crystal display 8b, and the further remaining light L3 penetrates. Since a travelling direction is opposing, the left-handed-rotation circular polarization of light by which selective reflection was carried out by 2nd liquid crystal display 8b penetrates the 1st liquid crystal display as it is.

[0057] Therefore, the reflected lights L2 are all the light of the wavelength field centering on the main wavelength of the selective reflection decided by the refractive index of an average of the cholesteric-liquid-crystal constituents 5a and 5b of the outdoor daylight L1 which carried out incidence, and the spiral pitch.

[0058] Although the selective reflection light L2 will be reflected in the condition that an electrical potential difference is not impressed, between an electrode 1 and 2 with the reflection factor shown by curvilinear 10 B-2 as shown in drawing 4 if it is made to change while it followed

and the main wavelength of the selective reflection of the 1st and 2nd liquid crystal display had been made in agreement. If an electrode 1 and the electrical potential difference impressed among two are changed, when the pitch of the spiral of the cholesteric-liquid-crystal constituents 5a and 5b increases, it will change so that it may be reflected with the reflection factor shown by curvilinear 10G2 and ten R2. It follows, and it changes so that the color of blue, green, and red may be reflected and it may be visible in connection with this. Furthermore, compared with an example 1, selective reflection light will be reflected with twice as many efficiency for light utilization as this.

[0059] In addition, the wavelength dependency of the permeability of the liquid crystal display concerning **** 4 example is also shown in drawing 5. Curvilinear 10 B4 in drawing 5, 10G4, and ten R4 are the permeability of the transmitted light L3 in the condition that the properties of selective reflection are curvilinear 10 B-2 in drawing 5, 10G2, and ten R2, respectively. It changes with the electrical potential differences on which the wavelength dependency of the transmitted light L3 as well as the selective reflection light L2 was impressed between an electrode 1 and 2.

[0060] According to **** 4 example, the wavelength dependency of the reflected light L2 of a liquid crystal display and the transmitted light L3 is controllable by the reflection factor and permeability of twice as many efficiency for light utilization as this compared with said 1st example as mentioned above. Moreover, the ratio by which the outdoor daylight L1 which carried out incidence with the electrodes 1 and 2 of a strip-of-paper-like configuration is interrupted can maintain low. Therefore, if the configuration shown in drawing 7 is arranged on a matrix as one cel, the bright color liquid crystal display which can display eight colors of the combination of the arbitration of RGB and which improved efficiency for light utilization more is realizable.

[0061] In addition, although the 1st liquid crystal display has been arranged above the 2nd liquid crystal display in this example, laminating arrangement may be carried out in the sequence of arbitration. Moreover, it is not necessary to necessarily impress an equal electrical potential difference to the 1st liquid crystal display and 2nd liquid crystal display, and it is not necessary to make the main wavelength of the selective reflection of the 1st liquid crystal display and each 2nd liquid crystal display in agreement in the state of electrical-potential-difference the condition of not impressing or, and electrical-potential-difference impression, and you may make it set it as arbitration further according to the purpose of use etc.

[0062] The 5th example of this invention is explained below the [example 5].

[0063] In the **** 5 example, as shown in three liquid crystal displays 8a, 8b, and 8c and drawing 8 concerning either said 1st [the] - the 3rd example, laminating arrangement was carried out so that it might be suitable in the direction in which the directions of a long side of the electrodes 1 and 2 of the shape of a strip of paper of each liquid crystal display differ mutually. Since the ratio by which light is interrupted with the strip-of-paper-like electrodes 1 and 2 by this by the direction which looks at the screen stops being able to change easily, efficiency for light utilization can control changing with the directions which look at the screen. thus -- even if it carries out -- the [said] -- a bright color liquid crystal display is realizable like 4 each example.

[0064] In addition, you may make it make the main wavelength of the selective reflection of each of each liquid crystal display in agreement in the state of electrical-potential-difference the condition of not impressing or, and electrical-potential-difference impression, and may make it set it up so that it may differ mutually according to the purpose of use etc.

[0065] The 6th example concerning this invention is explained below the [example 6].

[0066] The cross section of the liquid crystal display applied to **** 6 example at drawing 9 is shown.

[0067] **** 6 example carries out laminating arrangement of six liquid crystal display 8Ba, 8Bb (s), 8Ga(s), 8Gb(s) and 8Ra, and the 8Rb(s), and arranges the light absorber 9 which becomes the lowest layer from a black plastic film. 1st liquid crystal display 8Ba and 2nd liquid crystal display 8Bb are the liquid crystal displays with which the average refractive index n was filled up with the liquid crystal constituent with which 1.5 and the spiral spontaneous pitch p_0 present the cholesteric phase of 280 (nm), respectively. Moreover, 3rd liquid crystal display 8Ga and 4th

liquid crystal display 8Gb are the liquid crystal displays filled up with the liquid crystal constituent with which the spiral spontaneous pitch p_0 presents the cholesteric phase of 370 (nm), respectively, and 5th liquid crystal display 8Ra and 6th liquid crystal display 8Rb are the liquid crystal displays filled up with the liquid crystal constituent with which the spiral spontaneous pitch p_0 presents the cholesteric phase of 450 (nm), respectively.

[0068] Moreover, the spiral of the liquid crystal constituent of the 1st, 3rd, and 5th liquid crystal display is a right hand wind coil, and the spiral of the liquid crystal constituent of the 2nd, 4th, and 6th liquid crystal display is an left hand wind coil. Moreover, in respect of others, each liquid crystal display has the same configuration as the liquid crystal display shown in the 1st - the 3rd example.

[0069] In addition, the sequence of the laminating of each liquid crystal display is arbitrary, and good.

[0070] Now, in such a configuration, in 1st liquid crystal display 8Ba and 2nd liquid crystal display 8Bb, selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light Ba and the left-handed-rotation circular polarization of light Bb of a wavelength field centering on the wavelength of 417 (nm) is carried out with the reflection factor of curvilinear 10 B-2 in drawing 4, respectively, and light penetrates with the permeability of curvilinear 10 B4 in drawing 5 in the electrical-potential-difference condition of not impressing.

[0071] Similarly, in 3rd liquid crystal display 8Ga and 4th liquid crystal display 8Gb, selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light Ga and the left-handed-rotation circular polarization of light Gb of a wavelength field centering on the wavelength of 556 (nm) is carried out with the reflection factor of curvilinear 10G2 in drawing 4, respectively, and light penetrates with the permeability of curvilinear 10G4 in drawing 5.

[0072] Furthermore, in 5th liquid crystal display 8Ra and 6th liquid crystal display 8Rb, selective reflection of the right-handed-rotation circular polarization of light Ra and the left-handed-rotation circular polarization of light Rb of the wavelength field centering on the wavelength of 682 (nm) is carried out with the reflection factor of the curve ten R2 in drawing 4, respectively, and light penetrates with the permeability of the curve ten R4 in drawing 5. For this reason, all the lights are reflected in the state of no electrical-potential-difference impressing, and a very bright liquid crystal display is realized.

[0073] On the other hand, if an electrical potential difference is impressed so that the main wavelength of the selective reflection of these liquid crystal displays may become liquid crystal display 8Ba, 8Bb and 8Ga(s), and 8Gb from AC power supply 6 through a switching element 60 in an infrared region, only the right-handed-rotation circular polarization of light Ra and the left-handed-rotation circular polarization of light Rb of the wavelength field (red field) centering on the wavelength of 682 (nm) will be reflected. Moreover, if an electrical potential difference is impressed so that the main wavelength of the selective reflection of these liquid crystal displays may become liquid crystal display 8Ba, 8Bb and 8Ra, and 8Rb from AC power supply 6 through a switching element 60 in an infrared region, only the right-handed-rotation circular polarization of light Ga and the left-handed-rotation circular polarization of light Gb of a wavelength field (green field) centering on the wavelength of 556 (nm) will be reflected. Moreover, if an electrical potential difference is impressed so that the main wavelength of the selective reflection of these liquid crystal displays may become liquid crystal display 8Ra, 8Rb and 8Ga(s), and 8Gb from AC power supply 6 through a switching element 60 in an infrared region, only the right-handed-rotation circular polarization of light Ba and the left-handed-rotation circular polarization of light Bb of a wavelength field (blue field) centering on the wavelength of 417 (nm) will be reflected.

[0074] Of course, since it is possible to also make it reflect in the combination of these wavelength fields, if structure shown in drawing 9 is used as one cel and this is arranged in the shape of a matrix, the color liquid crystal display in which the combination 8 color specification of RGB is possible is realizable.

[0075] The 1st period which impresses an electrical potential difference to 8Ba, 8Bb and 8Ga(s), and 8Gb from AC power supply 6 through a switching element 60 on the other hand, The 2nd period which impresses an electrical potential difference to 8Ba(s), 8Bb and 8Ra, and 8Rb from AC power supply 6 through a switching element 60, If the 3rd period which impresses an

electrical potential difference to 8Ga(s), 8Gb and 8Ra, and 8Rb from AC power supply 6 through a switching element 60 is repeated with the period of 16.6 (ms) In order, as for each liquid crystal display, for the main wavelength of selective reflection to become an infrared region in the state of electrical-potential-difference impression and to penetrate all the lights, in the 1st period, the phenomenon which a green color is reflected and is in sight takes the place of a high speed by blue and the 3rd period at red and the 2nd period.

[0076] In addition, it is the same, even if it removes three liquid crystal display 8Bb(s), 8Gb, and 8Rb(s) and, for example, uses only the right-handed-rotation circular polarization of light as the reflected light, as shown in drawing 10 . In this case, although efficiency for light utilization falls since the left-handed-rotation circular polarization of lights Bb, Gb, and Rb always reach the light absorber 9, since the number of the liquid crystal display to be used becomes half, an actuation circuit, actuation power, and weight are reduced by half, and the liquid crystal display of a low price and a low power can be offered. In addition, you may make it, use only left-handed-rotation polarization, of course, and may make it use polarization of the different surroundings for every color. Moreover, the construction material of drawing 9 and the light absorber 9 in 10 is arbitrary, and may constitute one side of the substrate of the couple of the liquid crystal display of the lowest layer with a light absorber among two or more liquid crystal displays which carried out laminating arrangement.

[0077] Now, since the color display which relieves a high speed of the three primary colors of light, and is reflected is realizable in this way according to **** 6 example, a full color liquid crystal display is realizable with the configuration shown in drawing 11 .

[0078] That is, as shown in drawing 11 , structure shown in drawing 9 is used as one cel, laminating arrangement of the light absorber 9 which becomes the lower layer of the liquid crystal display 8 which has arranged this in the shape of a matrix from a black plastic film is carried out, and laminating arrangement of the transparency mold monochrome liquid crystal display 22 which used the polymer distributed liquid crystal in guest-host mode above the liquid crystal display 8 is carried out.

[0079] When it sees from the direction where the electrode pattern in the transparency mold monochrome liquid crystal display 22 or the pattern of a protection-from-light layer is vertical to the screen, the electrode pattern in a liquid crystal display 8 carries out laminating arrangement so that it may overlap mutually.

[0080] Moreover, the line actuation circuit 221, the train actuation circuit 222, and the control circuit 100 that controls each part are formed.

[0081] And in such a configuration, a control circuit 100 is controlled so that a liquid crystal display 8 carries out the sequential shift of red, blue, and the green color and reflects in a high speed repeatedly. Moreover, a control circuit controls the line actuation circuit 221 and the train actuation circuit 222 according to the RGB image data inputted from the exterior, and a liquid crystal display 8 realizes the permeability pattern which suited each color of a display image pattern on the transparency mold monochrome liquid crystal display 22 synchronizing with red, blue, and a green reflective period, and it controls the amount of transmitted lights of each color. Thereby, the amount of the light by which selective reflection is carried out in a liquid crystal display 8 is controllable to arbitration. That is, it is controllable to arbitration in the amount of the light of a specific wavelength field. It follows and, thereby, the bright full color liquid crystal display which improved efficiency for light utilization can be realized.

[0082] In addition, although the polymer distributed liquid crystal in guest-host mode was used for the transparency mold monochrome liquid crystal display 22, as a transparency mold monochrome liquid crystal display 22, the Twisted Nematic mold liquid crystal display, a super twisted nematic type liquid crystal display, a cholesteric-nematic phase transition mold guest-host mode liquid crystal display, a dynamic scattering mode liquid crystal display, etc. may be used. Furthermore, if it is transparency mold monochromatic specification equipment, it is also possible to use the display using an inorganic substance.

[0083] Moreover, although the case where the liquid crystal display shown in drawing 10 was used for drawing 11 as a liquid crystal display 8 was shown, a brighter display is realizable if the liquid crystal display shown in drawing 9 , of course is used.

[0084] The 7th example of this invention is explained below the [example 7].

[0085] In the **** 7 example, the electrode 2 of the substrate 3 in the liquid crystal display (refer to drawing 7) concerning said 4th example is formed, as shown in drawing 12. Here, drawing 12 a shows the flat surface of the electrode structure of a liquid crystal display, and drawing 12 b shows the cross section in alignment with A-A' in drawing 12 a.

[0086] Now, in the **** 7 example, on the front face of the plastic plate 3 of light transmission nature, the 1st metal electrode 11 of a strip-of-paper-like configuration has been arranged with the period of 600 (micrometer), the 2nd metal electrode 12 of a strip-of-paper-like configuration has been periodically arranged in one sixth of the locations of this period, and both were connected to the electrode wiring 93 so that it might illustrate. Next, both 4th metal electrode 14 of the configuration of the shape of a strip of paper periodically arranged in three sixths of the locations of said period and 5th metal electrode 15 of the configuration of the shape of a strip of paper periodically arranged in the location of 4/6 were connected to the electrode wiring 93. And the insulating layer 34 which consists of a silicon oxide was formed in this front face, the 3rd metal electrode 13 of a strip-of-paper-like configuration has been periodically arranged in two sixths of the locations of said period, it connected with the electrode wiring 92, the 6th metal electrode 16 of a strip-of-paper-like configuration has been periodically arranged in five sixths of locations, and it connected with the electrode wiring 94.

[0087] And as shown in drawing 12, AC power supply 61, 62, 63, and 64 was connected to the electrode wiring 91, 92, 93, and 94, respectively, the electrical potential difference was impressed, and the liquid crystal display was driven. If the output voltage amplitude of AC power supply 61, 62, 63, and 64 is set as 15 (V), 45 (V), 30 (V), and 0 (V), respectively at this time Since the reflection factor of the light by which selective reflection was carried out is expressed in the part pinched by the part and the 4th metal electrode 14 which were inserted into the 1st metal electrode 11 and 2nd metal electrode 12, and the 5th metal electrode 15 by curvilinear 10 B-2 in drawing 4, blue is reflected and are visible. Since the reflection factor of the light by which selective reflection was carried out is expressed in the part pinched by the part and the 5th metal electrode 15 which were inserted into the 2nd metal electrode 12 and 3rd metal electrode 13, and the 6th metal electrode 16 by the curve ten R2 in drawing 4, red is reflected and are visible. Since the reflection factor of the light by which selective reflection was carried out was expressed with the part pinched by the part and the 6th metal electrode 16 which were inserted into the 3rd metal electrode 13 and 4th metal electrode 14, and the 1st metal electrode 11 curvilinear 10G2 in drawing 4, green was reflected and it was visible. Red, green, and blue were spatially repeated by having made 300 (micrometer) into the period by this, and it was visible. However, each AC power supply 61, 62, 63, and 64 is interchanging the electrical potential difference by like-pole nature (forward/negative).

[0088] Moreover, similarly, even if it sets the output voltage amplitude of AC power supply 61, 62, 63, and 64 as 45 (V), 15 (V), 0 (V), and 30 (V), respectively, red, green, and blue are repeated periodically spatially and it is visible.

[0089] Moreover, similarly, if the output voltage amplitude of AC power supply 61, 62, 63, and 64 is set as 30 (V), 45 (V), 15 (V), and 0 (V), respectively Since the reflection factor of the light by which selective reflection was carried out is expressed in the part pinched by the part and the 4th metal electrode 14 which were inserted into the 1st metal electrode 11 and 2nd metal electrode 12, and the 5th metal electrode 15 by curvilinear 10 B-2 in drawing 4, blue is reflected and are visible. Since the reflection factor of the light by which selective reflection was carried out is expressed with the part pinched by the part and the 5th metal electrode 15 which were inserted into the 2nd metal electrode 12 and 3rd metal electrode 13, and the 6th metal electrode 16 curvilinear 10G2 in drawing 4, green is reflected and are visible. Since the reflection factor of the light by which selective reflection was carried out was expressed in the part pinched by the part and the 6th metal electrode 16 which were inserted into the 3rd metal electrode 13 and 4th metal electrode 14, and the 1st metal electrode 11 by the curve ten R2 in drawing 4, red was reflected and it was visible. It follows, and too, similarly, red, blue, and green are repeated periodically spatially and it is visible.

[0090] Moreover, even if it sets the output voltage amplitude of AC power supply 61, 62, 63, and

64 as 45 (V), 30 (V), 0 (V), and 15 (V), respectively, similarly, red, blue, and green are repeated periodically spatially and it is visible.

[0091] Thus, according to the liquid crystal display shown in drawing 11, the RGB light filter of a very bright reflective mold is realizable.

[0092] It follows, and if the laminating of the liquid crystal display 22 of the transparency mold in which a gradation display is possible is carried out and it is used on the liquid crystal display shown in drawing 12 as shown in drawing 12, the liquid crystal display which can be displayed full color is realizable.

[0093] The liquid crystal display in which the gradation display of the transparency mold with which 22 used the polymer distributed liquid crystal in guest-host mode is possible, and 221 show the control circuit where 222 controls a train actuation circuit and 100 controls each part for a line actuation circuit among drawing 12. 8 uses as one cel structure shown in drawing 11, and AC power supply 61, 62, 63, and 64 61, 62, 63, and 64 indicated the liquid crystal display which has arranged this in the shape of a matrix to be to drawing 12 is shown. Moreover, each pixel specified by the row and column of the liquid crystal display 22 of a transparency mold is arranged so that it may lap on each inter-electrode field of each of a liquid crystal display 8.

[0094] In such a configuration, a control circuit 100 controls the line actuation circuit 221 and the train actuation circuit 222 according to the RGB image data inputted from the exterior, and while realizing the permeability pattern which suited the display image pattern of the transparency mold liquid crystal display 22, the high full color display of efficiency for light utilization is realized by impressing an electrical potential difference to a liquid crystal display 8, as mentioned above from AC power supply 61, 62, 63, and 64.

[0095] In addition, what is necessary is for this value to be arbitrary, to be good and just to define it according to the process tolerance of an electrode, or the definition as a display, although the period which arranges the electrode of a strip-of-paper-like configuration in this example was set as 600 (micrometer). Moreover, although the output voltage amplitude of each AC power supply was fixed, the value should just be a ** value if the main wavelength of the selective reflection of a cholesteric-liquid-crystal constituent can be modulated. Moreover, although the insulating layer 34 was formed with the silicon oxide, you may make it use a silicon nitride and an organic macromolecule that what is necessary is just the member which insulates each electrode electrically.

[0096] In addition, although the polymer distributed liquid crystal in guest-host mode was used for the transparency mold monochrome liquid crystal display 22 in this example, as a transparency mold monochrome liquid crystal display 22, the Twisted Nematic mold liquid crystal display, a super twisted nematic type liquid crystal display, a cholesteric-nematic phase transition mold guest-host mode liquid crystal display, a dynamic scattering mode liquid crystal display, etc. may be used. Furthermore, if it is transparency mold monochromatic specification equipment, it is also possible to use the display using an inorganic substance.

[0097] The 8th example of this invention is explained below the [example 8].

[0098] As shown in drawing 15, **** 8 example carries out laminating arrangement of the optical fiber plate 21 which carried out laminating arrangement of the light absorber 9, bundled many optical fibers further, pasted up, cut in the direction of an optical numerical aperture, and processed plate-like into the lower layer of the liquid crystal display 8 of each example explained above above a liquid crystal display 8. Since the optical fiber plate 21 has the operation which changes the outdoor daylight L0 which carried out incidence from various directions into the light L1 which advances to parallel mostly in the direction of a normal of an optical fiber plate, mostly, parallel light carries out incidence of it to a liquid crystal display 8 almost at right angles to the screen, and selective reflection is carried out to it. And incidence of the reflected light is again carried out to the optical fiber plate 21, and it penetrates this. The ratio by which the light which carried out incidence to the liquid crystal display 8 is interrupted by this with an electrode can be stopped to the minimum, and the viewing-angle dependency of a liquid crystal display 8 can be improved, efficiency for light utilization is improved further, and a bright liquid crystal display can be realized.

[0099] In addition, although the optical fiber plate 21 was used as a means which makes outdoor

daylight parallel light mostly in this example, even if it uses the optical system constituted combining two or more lenses, almost equivalent effectiveness can be acquired. Moreover, the construction material of the light absorber 9 is arbitrary, and may constitute one side of the substrate of the couple of the liquid crystal display of the lowest layer with a light absorber among two or more liquid crystal displays which carried out laminating arrangement.

[0100] As explained above, according to each example of this invention, the spiral pitch of a cholesteric-liquid-crystal constituent is changed without generating a domain boundary by almost parallel electric field on the surface of a substrate, and the wavelength dependency of the reflected light and the transmitted light can be controlled by very high reflection factor and permeability. The ratio by which light is interrupted by the direction which stops low the ratio by which the outdoor daylight which carried out incidence especially is interrupted with an electrode, and looks at the screen can make it hard to change. Furthermore, the display which can realize the display which relieves a high speed of the three primary colors of light, and is reflected or by which the three primary colors of light are repeated spatially periodically is realizable. Furthermore, it is controllable to arbitration in the amount of the light of a certain specific wavelength field by carrying out laminating arrangement of the transparency mold monochromatic specification equipment using this. For this reason, the bright color liquid crystal display which improved efficiency for light utilization by this invention is realizable.

[0101] In addition, it may be made to make more variegated color specification possible by combining similarly with the liquid crystal display concerning said 1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th example the transparency mold monochrome liquid crystal display 22 which was shown in said 6th and 7th example and in which a gradation display is possible, and controlling the quantity of light of a liquid crystal display.

[0102]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the color liquid crystal display of the reflective mold which can perform bright color display can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the structure of the liquid crystal display concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the angular difference ϕ of the orientation azimuth of the liquid crystal constituent molecule concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing the relation between the electric field impressed to a cholesteric-liquid-crystal constituent, and the pitch of the spiral of a cholesteric-liquid-crystal constituent.

[Drawing 4] It is drawing showing the wavelength dependency of the reflection factor concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the wavelength dependency of the permeability concerning the

1st example of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the cross section of the liquid crystal display concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the cross section of the liquid crystal display concerning the 4th example of this invention.

[Drawing 8] It is drawing showing the cross section of the liquid crystal display concerning the 5th example of this invention.

[Drawing 9] It is drawing showing the cross section of the liquid crystal display concerning the 6th example of this invention.

[Drawing 10] It is drawing showing the cross section of other liquid crystal displays concerning the 6th example of this invention.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the configuration of the full color liquid crystal display concerning the 6th example of this invention.

[Drawing 12] It is drawing showing the structure of the electrode of the liquid crystal display concerning the 7th example of this invention.

[Drawing 13] It is drawing showing the connection relation of the electrode of a liquid crystal display and power source concerning the 7th example of this invention.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the configuration of the full color liquid crystal display concerning the 7th example of this invention.

[Drawing 15] It is drawing showing the cross section of other liquid crystal displays concerning the 6th example of this invention.

[Description of Notations]

1, 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16 -- Electrode

91, 92, 93, 94 -- Electrode wiring

3 -- Substrate

34 insulating layers

4 -- Orientation film

5, 5a, 5b -- Cholesteric-liquid-crystal constituent

6, 61, 62, 63, 64 -- AC power supply

60 -- Switching element

7 -- Impression electric field

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

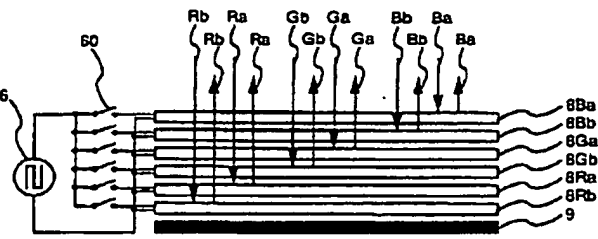
2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

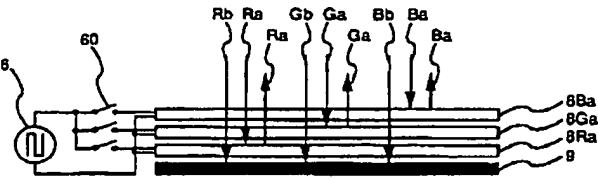
[Drawing 9]

図9



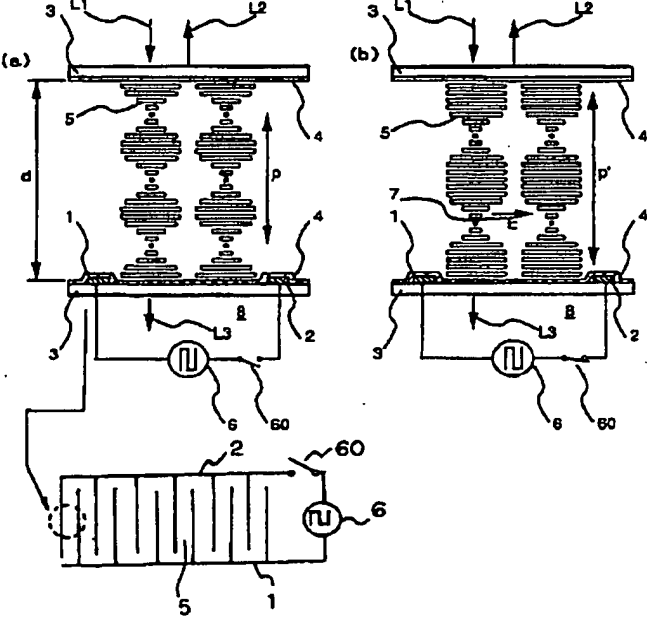
[Drawing 10]

図10

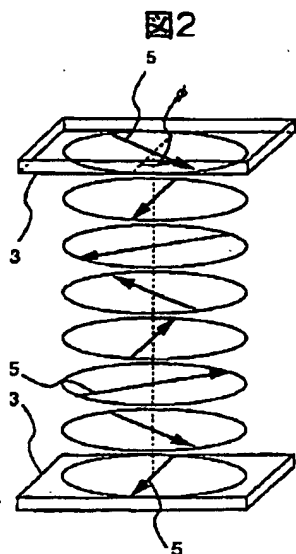


[Drawing 1]

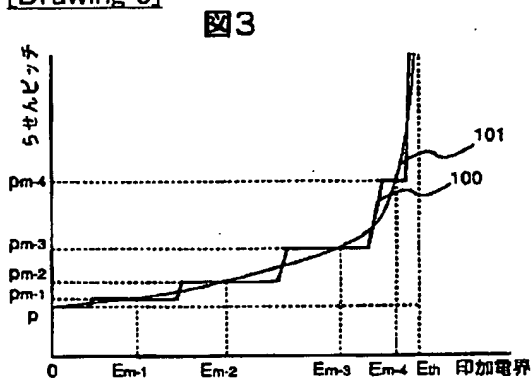
図1



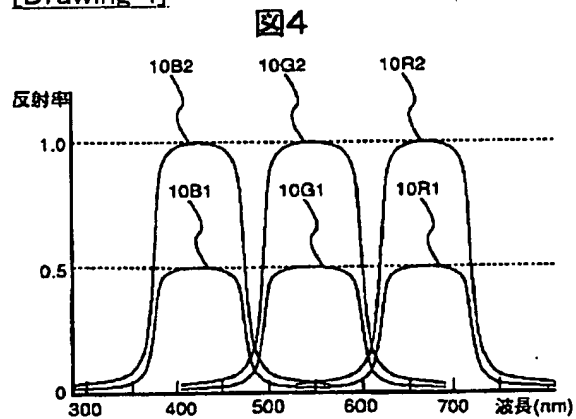
[Drawing 2]



[Drawing 3]

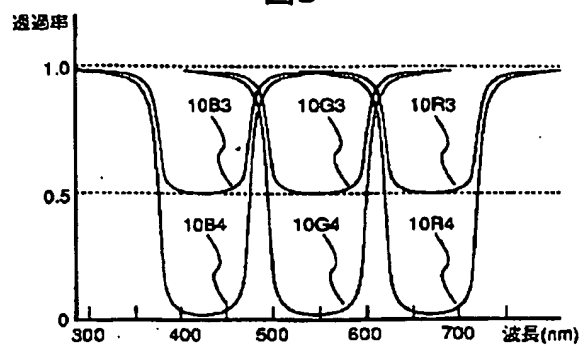


[Drawing 4]



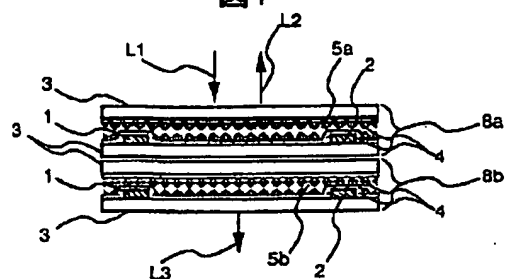
[Drawing 5]

図5



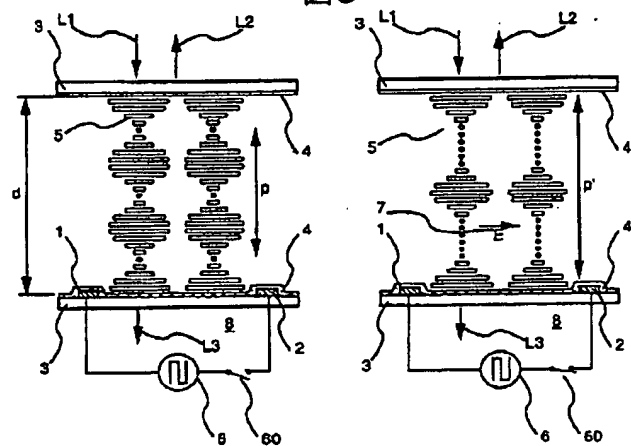
[Drawing 7]

図7



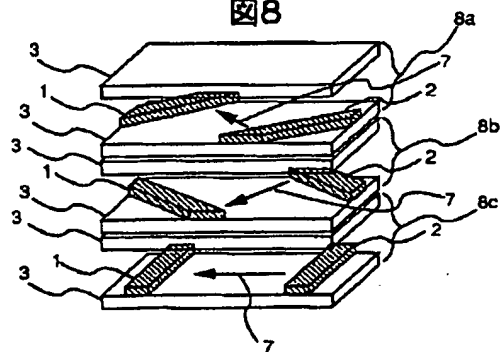
[Drawing 6]

図6

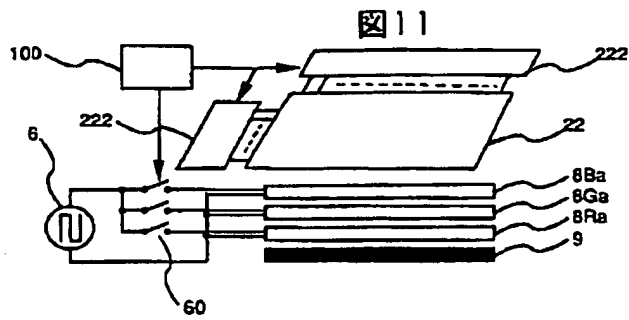


[Drawing 8]

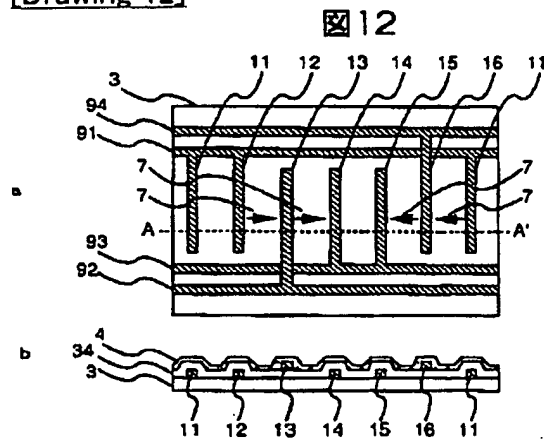
図8



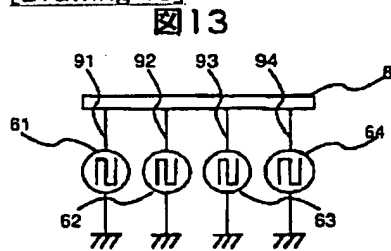
[Drawing 11]



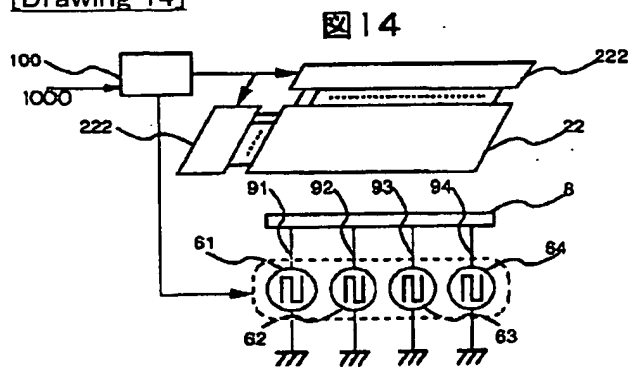
[Drawing 12]



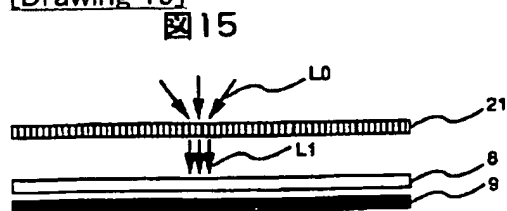
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-209662

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1343			
	1/133	5 1 0		
	1/1347			

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平6-6588

(22) 出願日 平成6年(1994)1月25日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 佐々木 亨

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 北島 雅明

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 桧山 郁夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

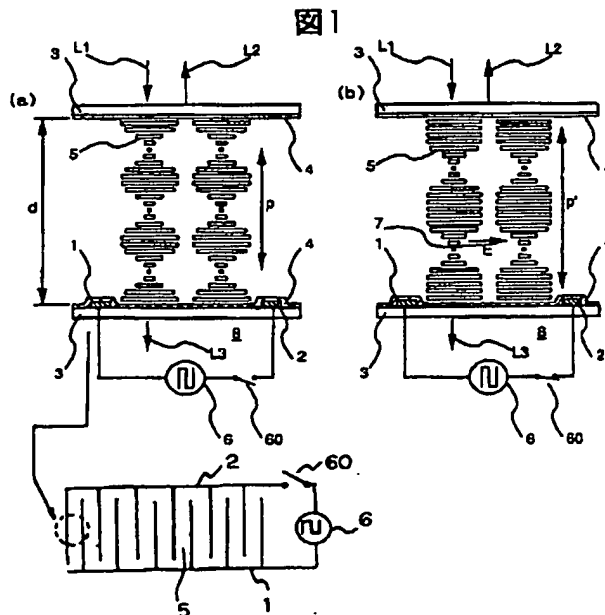
(54) 【発明の名称】 液晶表示器および液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 光利用効率が高い反射型カラー液晶表示装置を実現する。

【構成】 一定の間隔で対向配置させた一対の基板3の間に、可視光の領域に選択反射波長を有するコレステリック液晶組成物5を充填し、一対の基板3のうちの少なくとも一方の基板の他方の基板に対向させた表面に、この表面に平行な方向の電界を液晶組成物に印加する構造を有する電極1、2を形成する。

【効果】 電界によってコレステリック液晶組成物5のピッチを変化させ、その選択反射の中心波長を変化させることにより複数色の表示が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】一定の間隔で対向させた一对の基板と、前記一对の基板の間隙に、その螺旋軸が前記一对の基板の両表面に、略垂直になるように充填されたコレステリック液晶組成物と、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に設けられた電極群とを有し、

前記一对の基板の他方の基板側の両表面は、前記コレステリック液晶組成物分子の配向方位角が、当該表面に対して一定となるように処理されており、

前記電極群は、前記一对の基板の表面に平行な方向の電界を前記コレステリック液晶組成物に印加するよう、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に配置されており、

前記コレステリック液晶組成物の螺旋ピッチは、前記電極群によって印加される前記電界によって制御されることを特徴とする液晶表示器。

【請求項2】螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物を充填した請求項1記載の液晶表示器と、前記螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物と螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が等しい、螺旋のねじれが左巻のコレステリック液晶組成物を充填した請求項1記載の液晶表示器とを有し、

前記各液晶表示器は、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が

$$380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が

$$480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が

$$570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

可視光吸収体とを有し、

前記各液晶表示器は、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層されており、前記可視光吸収体は、積層された全ての液晶表示装置の下層に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1記載の液晶表示器であって、

前記電極群は、一定の間隔で周期的に前記基板の表面に配置された第1の電極群と、

第1の電極群と前記間隔の $1/6$ ずれた位置に周期的に配置された第2の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $2/6$ ずれた位置に周期的に配置された第3の電

極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $3/6$ ずれた位置に周期的に配置された第4の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $4/6$ ずれた位置に周期的に配置された第5の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $5/6$ ずれた位置に周期的に配置された第6の電極群とを含み、

かつ、前記第1の電極群と前記第2の電極群は、任意の位置に配置された第7の電極に接続し、

前記第4の電極群と前記第5の電極群は、任意の位置に配置された第8の電極に接続していることを特徴とする液晶表示器。

【請求項5】請求項4記載の液晶表示器であって、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積は、次式

$$380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$$

20 の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項6】請求項2または3記載の液晶表示装置であって、

前記積層された各液晶表示器の電極群のうち、異なる液晶表示器の各電極群は、前記基板に並行な方向について相互に同じ位置に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】請求項2または3記載の液晶表示装置であって、

前記積層された各液晶表示器の電極群のうち、異なる液晶表示装置の各電極群は、積層された各液晶表示装置の基板に並行な方向であって、かつ、それぞれ異なる方向に電界を印加するよう配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】請求項2、3、6または7記載の液晶表示装置であって、

前記各液晶表示器の前記一对の基板の間隔 d は、任意の地点において常に、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と、前記一对の基板の一方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角と他方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 ϕ と、正の定整数 m に対して、次式

$$|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項9】請求項1、4または5記載の液晶表示器であって、

前記一对の基板の間隔 d は、任意の地点において常に、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と、前記一对の基板の一方の基板の表面におけるコレス

50 テリック液晶組成物分子の配向方位角と他方の基板の表

面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 ϕ と、正の定整数 m に対して、次式 $|d/p0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$ の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項10】請求項2、3、6、7または8記載の液晶表示装置であって、

入射する外光を、当該光が前記各液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、積層された複数の前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項11】請求項1、4、5または9記載の液晶表示器であって、

入射する外光を、当該光が前記液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を有することを特徴とする液晶表示器。

【請求項12】請求項2、3、6、7、8または10記載の液晶表示装置であって、

前記積層された複数の前記液晶表示器の上層に積層され、前記複数の前記液晶表示器に入射する光量もしくは前記複数の前記液晶表示器が外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】請求項1、4、5、9または11記載の液晶表示器であって、

前記液晶表示器の上層に積層され、前記液晶表示器に入射する光量もしくは前記複数の前記液晶表示器が外部に反射する光量を、前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】請求項3記載の液晶表示装置であって、選択しなかった液晶表示装置が順番に交代するように、前記3つの液晶表示器のうちより順次選択した2つの液晶表示器の電極に、前記電界を発生するための電圧を前記電源より順次印加する電源を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】請求項4記載の液晶表示器であって、前記第7の電極と第3の電極との間の電位差の絶対値と、前記第8の電極と第6の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく第1の所定値となり、前記第3の電極と第8の電極との間の電位差の絶対値と、前記第6の電極と前記第1の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく第2の所定値となるように、前記第3の電極と第6の電極と第7の電極と第8の電極とに、それぞれ所定の振幅の交流化された電圧を印加する複数の電源を有することを特徴とする液晶表示器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コレステリック液晶を

用いて反射光によりカラー表示を行う液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】反射型の液晶表示装置は、光源を必要とせず消費電力も小さいことから、透過型の液晶表示装置に比べ携帯型の情報機器の適用に適していると言える。

【0003】また、このような従来の反射型の液晶表示装置としては、たとえば、Proceedings of SID, Vol. 27 (1986) p. 223-227に記載されているコレステリック-ネマチック相転移性を利用した反射型の液晶表示装置が知られている。

【0004】このProceedings of SID, Vol. 27 (1986) p. 223-227に記載の反射型の液晶表示装置では、電界無印加状態でコレステリック相を呈する液晶組成物に、配向方向によって光の吸収性が異なる二色性色素を混合してゲスト-ホスト型となし、液晶組成物を挟持する基板に垂直な方向の（コレステリック液晶組成物の螺旋軸と平行な方向の）電界を印加して、ネマチック相への相転移を起こし、これにより二色性色素分子の配向方向を変化させることによって電界の非印加時とは異なる色を表示していた。

【0005】また、基板に垂直な方向の電界を、液晶組成物を挟持する平行平板型コンデンサ素子で近似される負荷を充放電することにより印加していた。

【0006】また、従来の液晶表示装置におけるカラー表示は、特開昭49-74438記載のように1個1個の画素に光の3原色である赤、緑、青に対応する光吸収型のマイクロカラーフィルタを配置し、そのマイクロカラーフィルタを透過した光の加法混色によって実現されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記Proceedings of SID, Vol. 27 (1986) p. 223-227に記載の反射型の液晶表示装置によれば、液晶組成物中に混合可能な二色性色素の量には上限があり、また、二色性色素分子の配向方向が完全に揃わないことより、十分なコントラスト比を得ることが困難であるという問題があった。なお、コントラスト比を高めるために偏光板を用いると、偏光板は無偏光の光から電界の振動方向がある特定方向の偏光だけを取り出して他の方向の偏光を吸収する作用があるため光の利用効率が低下し、表示画面が暗くなるという問題が生じることとなる。

【0008】また、液晶組成物分子の長軸が基板の表面から立ち上がる動きをするため、その立上り方向が異なる部分でドメイン境界が発生して表示が乱れてしまうといった問題が生じる。

【0009】また、カラー表示を実現するために、前述したマイクロカラーフィルタを用いると、光の利用効率が、どうしても低下し、表示画面が暗くなるという問題があった。

【0010】また、電界を、液晶組成物を挟持する平行平板型コンデンサ素子で近似される負荷を充放電することにより印加するために消費電力が大きいという問題があった。また、このような印加方式では、液晶層の両側に電極を設ける必要が生じるために、表示面を見る方向によって視認性が劣化するという問題があった。

【0011】なお、ネマチック液晶組成物を用いる液晶表示装置に関しては、特公昭63-21907記載のように液晶層の一方の側のみに設けた櫛歯状電極対によって基板に平行な方向の電界を印加し、ネマチック液晶組成物の配向方向を変化させる技術が知られている。

【0012】そこで、本発明は、明るいカラー表示を良好に行うことのできる反射型のカラー液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、一定の間隔で対向させた一對の基板と、前記一對の基板の間隙に、その螺旋軸が前記一對の基板の両表面に、略垂直になるように充填されたコレステリック液晶組成物と、前記一對の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に設けられた電極群とを有し、前記一對の基板の他方の基板側の両表面は、前記コレステリック液晶組成物分子の配向方位角が、当該表面に対して一定となるように処理されており、前記電極群は、前記一對の基板の表面に平行な方向の電界を前記コレステリック液晶組成物に印加するよう、前記一對の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に配置されており、前記コレステリック液晶組成物の螺旋ピッチは、前記電極群によって印加される前記電界によって制御されることを特徴とする第1の液晶表示器を提供する。

【0014】また、このような液晶表示器であって、前記電極群は、一定の間隔で周期的に前記基板の表面に配置された第1の電極群と、第1の電極群と前記間隔の1/6ずれた位置に周期的に配置された第2の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の2/6ずれた位置に周期的に配置された第3の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の3/6ずれた位置に周期的に配置された第4の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の4/6ずれた位置に周期的に配置された第5の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の5/6ずれた位置に周期的に配置された第6の電極群とを含み、かつ、前記第1の電極群と前記第2の電極群は、任意の位置に配置された第7の電極に接続し、前記第4の電極群と前記第5の電極群は、任意の位置に配置された第8の電極に接続していることを特徴とする第2の液晶表示器を提供する。

【0015】また、本発明は、前記第1もしくは第2の

液晶表示器を2つ用い、両者の前記コレステリック液晶組成物を、その螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が等しく螺旋のねじれが逆向きのものとし、2つの液晶表示器を積層した第1の液晶表示装置を提供する。

【0016】また、本発明は、3つの前述した第1の表示器を用い、各組の各液晶表示器の、コレステリック液晶組成物を、それぞれ、その螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$ の関係を満たすもの、 $480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$ の関係を満たすもの、 $570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$ の関係を満たすものとし、各液晶表示器を、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層し、可視光吸収体を、積層した各液晶表示装置の下層に配置した第2の液晶表示装置を提供する。

【0017】なお、さらに、このような液晶表示器や液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えることが好ましい。また、前記各液晶表示器の前記一對の基板の間隔 d は、任意の地点において常に、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と、前記一對の基板の一方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角と他方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 ϕ と、正の定整数 m に対して、次式 $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$ の関係を満たすことが望ましい。また、前述した各液晶表示器や液晶表示装置には、さらに、液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を備えることが望ましい。

【0018】

【作用】さて、前記第1の液晶表示器によれば、電極間に電圧を印加するとコレステリック液晶組成物には基板表面にほぼ平行な方向の電界が印加される。この電界によってコレステリック液晶組成物の分子長軸の配向方向が基板表面に平行な面内で回転するような力を受けるため、コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ p が自発ピッチ p_0 より大きくなる。コレステリック液晶組成物の螺旋軸方向の光の選択反射の中心波長 λ とコレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ p と平均の屈折率 n との間には、 $\lambda = n \cdot p$ なる関係があるため、コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチが大きくなることによって光の選択反射の中心波長が大きくなる。したがって、選択反射する色を、電極群に印加する電圧によって制御し、カラー表示を実現することができる。

【0019】また、コレステリック液晶組成物分子の長軸は基板表面にほぼ平行な方向の電界によって基板表面に平行な面内で回転する動きをするだけで、基板の表面から立ち上がる動きをしないため、その立上り方向が異

なることによるドメイン境界が発生しない。特に、対向させた一対の基板の間隔 d が、液晶組成物を充填した任意の地点で常に $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$ を満たすように設定すると、巻数の相違によるドメイン境界が発生しない。なお、ここでいうドメイン境界とは、液晶組成物の配向ベクトル(ダイレクタ)が空間的に不連続に変化する部分のことである。また、液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を備えれば、視角の相違による、視認性の、ばらつきを軽減することができる。

【0020】また、前記第2の液晶表示装置によれば、たとえば、自発ピッチにおける選択反射の中心波長が青色領域であるコレステリック液晶組成物を用い、前記第7の電極と第3の電極との間の電位差の絶対値と、前記第8の電極と第6の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく選択反射中心波長が赤/緑色となる値となり、前記第3の電極と第8の電極との間の電位差の絶対値と、前記第6の電極と前記第1の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく選択反射中心波長が緑/赤色の値となるように、前記第3の電極と第6の電極と第7の電極と第8の電極とに、それぞれ所定の振幅の交流化された電圧を印加することにより、光の3原色である赤、青、緑が交互に周期的に配置された反射パターンを実現できる。したがい、液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えれば、赤、青、緑の光量を任意に制御し、フルカラーの表示を実現することができる。

【0021】次に、前記第1の液晶表示装置によれば、螺旋のねじれが右巻と左巻のコレステリック液晶組成物によって右回り偏光と左回り偏光の両者を反射することができ、光利用効率を向上することができる。

【0022】また、前記第2の液晶表示器によれば、たとえば、選択しなかった液晶表示装置が順番に交代するように、前記3つの液晶表示器のうちより順次選択した2つの液晶表示器の電極に、前記電界を発生するための電圧を前記電源より順次印加することにより、光の3原*

$$|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4 \dots (式1)$$

を満たすよう間隔 d の誤差を収めた。このようにすることにより、一対の基板間に充填された全ての同電界中の液晶組成物の螺旋の巻数を同じとし、その分子長軸の向きを、電極1、2の長辺方向とほぼ垂直な相互に逆向きの2つの方向のうち一方の同じ向きに配向させることができる。

【0030】ただし、 m は正の定整数であり、ここでは、 m を18に設定した。

【0031】そして、電極1、2に印加する電圧を制御するスイッチング素子60を介して、出力電圧の振幅を

*色である赤、青、緑が交互に周期的に反射される反射パターンを実現できる。したがい、液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えれば、前記赤、青、緑が交代する周期に合わせ、赤、青、緑の光量を任意に制御することができ、フルカラーの表示を実現することができる。

【0023】

10 【実施例】以下、本発明に係る液晶表示装置の実施例について説明する。

【0024】【実施例1】まず、第1の実施例について説明する。

【0025】図1aに、本第1実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0026】図示するように、本第1実施例に係る液晶表示装置は、一対の光透過性のプラスチック基板3の一方の基板の表面に、短冊状の形状の金属電極1、2を形成し、電極1、2を覆うように一対の基板3の向き合う表面にポリイミド樹脂配向膜4を形成したものである。

【0027】また、配向膜4には基板表面における液晶組成物5の分子長軸方向が電極1、2の長辺方向とほぼ垂直に配向させるようにラビング処理を施している。すなわち、一対の基板3のそれぞれの基板表面における液晶組成物分子5の配向方位角の角度差 ϕ は0になるようにした。なお、角度差 ϕ は図2に示すように、一対の基板3のそれぞれの基板表面における分子長軸方向の角度差とした。

【0028】また、一対の基板3は、プラスチックビーズスペーサ(図示せず)によって一定の間隔 $d = 5(\mu m)$ で対向配置させており、この一対の基板3の間隙には、誘電率異方性が正であり、平均の屈折率 n が1.5であり、螺旋のねじれが右巻で螺旋の自発ピッチ p_0 が280(nm)のコレステリック相を呈する液晶組成物5を充填している。なお、このような液晶組成物としては、たとえば、コレステリルクロライドとシアノベンチルピフェニルとの混合物等を用いることができる。

【0029】また、液晶表示装置の全面に渡って、一対の基板の間隔 d が

30 変化させることが可能な交流電源6を電極1、2に接続した。

【0032】このような構造の液晶表示装置において、電極1、2間に電圧が印加されない状態では、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは図1a中に示した p になる。配向膜4の表面ではコレステリック液晶組成物5の分子長軸方向が電極1、2の長辺方向とほぼ垂直な方向に規定されているため、一定の間隔 d で対向させた一対の基板3の間隙に充填された状態におけるコレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチ p は自発ピッチ p

0より若干ずれる。

【0033】ここで、この状態において、コレステリック液晶組成物5の性質より、液晶表示装置8への入射光L1のうち、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチpによって定まる、

$$\lambda = n \cdot p \dots (式2)$$

選択反射の中心波長 λ を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射される。右回り円偏光が選択反射されるのは、コレステリック液晶組成物5の螺旋のねじれが右巻であるためである。なお前述したように、nはコレステリック液晶組成物の平均の屈折率を表す。ここで、電極1、2間に電圧が印加されない状態では、選択反射の中心波長 λ は417 (nm)であった。

【0034】次にスイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧が印加された状態では、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子長軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは図1a中のpから、図1b中のp'に変化する。

【0035】したがって、 $\lambda = n \cdot p'$ で定まる選択反射の中心波長 λ を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射され、選択反射光L2と同じ波長領域の左回り円偏光と選択反射光L2の波長領域以外の光を合わせた光L3は透過する。

【0036】図3に、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加した状態で交流電源6からの出力電圧の振幅を変化させたときの、コレステリック液晶組成物5に印加される電界7とコレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチとの関係を示す。

【0037】図示するように、印加電界が0の時にはpであった螺旋のピッチは、印加電界を増大させるにつれて曲線100のように階段状に増大し、印加電界がしきい値 E_{th} に達した時螺旋が完全に解けることによって無限大になった。ここで、この印加電界-螺旋ピッチ特性100より作成した滑らかな曲線101より求めた、各階段のステップ上のステップの両端を選けた電界 E_{m-1} 、 E_{m-2} 、 E_{m-3} 、…で液晶表示装置8を駆動すると螺旋のピッチが不連続になる点から外れて安定に動作することができる。すなわち、らせんピッチが安定する電界 E_{m-1} 、 E_{m-2} 、 E_{m-3} 、…では、螺旋のピッチが不安定になる点から外れて安定に動作する。また、一対の基板3間の間隔dは、常に配向方位角の角度差 ϕ と螺旋の自発ピッチ p_0 に対して式(1)を満たすため、電界 E_{m-1} 、 E_{m-2} 、 E_{m-3} 、…では、ドメイン境界が発生しない。

【0038】さて、このような駆動によって液晶表示装置8を駆動すると、図4に示すように、選択反射の中心波長を変化させることができる。すなわち、液晶表示装置8の選択反射光L2は、電極1、2間に電圧が印加さ

れない状態では曲線10B1で示す反射率で反射されたが、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加した状態で交流電源6からの出力電圧の振幅を変化させると、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチが増大することによって、曲線10G1、10R1で示す反射率で反射されるように変化する。そして、これに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。

【0039】一方、図5には、液晶表示装置8の透過率の波長依存性を示した。図中の曲線10B3、10G3および10R3はそれぞれ選択反射の特性が図4中の曲線10B1、10G1および10R1である状態における透過光L3の透過率である。選択反射光L2と同様に透過光L3も交流電源6から電極1、2間に印加された電圧によって変化する。

【0040】さて、従来の基板の表面に垂直な方向の電界を液晶組成物に印加する方式では液晶組成物分子の長軸が基板の表面から立ち上がる動きをするため、その立上り方向が異なる部分でドメイン境界が発生して表示が乱れる。しかし、本第1実施例によれば、液晶組成物分子の長軸は基板の表面にほぼ平行な方向の電界によってコレステリック液晶組成物の螺旋のねじれが解けるように基板の表面に平行な面内で回転するだけであり、さらに式(1)を満たすように作成しているので、ドメイン境界は発生せず、表示は良好に維持される。

【0041】以上のように本第1実施例によれば、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7によって、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチpを変化させ、液晶表示装置8の反射光L2および透過光L3の波長依存性を、極めて高い反射率および透過率で制御することができる。

【0042】したがって、図1に示した構成をひとつのセルとしてマトリクス上に配置すれば、RGBの任意の組み合わせの8色を表示できる、光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0043】なお、本第1実施例では一対の基板3としてプラスチック基板を用いたが、光透過性を有する基板であればよく、たとえばガラス基板を用いてもかまわない。また、電極1、2として金属電極を用いたが、導電性を有する部材であればよく、ITO(インジウム・錫酸化物)のような光透過性のある酸化物を用いてもかまわない。さらに、電極1、2は一対の基板3のうちの一方の基板表面のみに形成したが、両方の基板に分けて形成しても効果は変わらない。また、配向膜4としてポリイミド樹脂を用いたが、コレステリック液晶組成物5を均一に配向させる作用を有する部材であればよく、たとえばポリアミク酸を用いてもかまわない。さらに、ラビング処理によって基板表面における液晶組成物5の分子長軸方向を電極1、2の長辺方向とほぼ垂直に配向させたが、その配向方向は任意であり、液晶組成物5が最も

均一に配向しやすい方向に設定することができ、配向処理の方法もラビング処理に以外の方法により行うようにしてもよい。また、一对の基板3のそれぞれの基板表面における液晶組成物分子5の配向方位角の角度差 ϕ および一对の基板3の対向する間隔 d も式(1)を満たす限り任意であり、印加電界のしきい値 E_{th} を適切な値に設定するために変更してかまわない。また、使用するコレステリック液晶組成物も、使用温度範囲や螺旋のピッチの温度係数などが適切な値を有する限り任意のコレステリック液晶組成物を使用することができる。

【0044】[実施例2]以下、本発明の第2の実施例について説明する。

【0045】本第2実施例は、前記第1実施例に係る液晶表示装置において、誘電率異方性が正であるコレステリック液晶組成物に代えて、誘電率異方性が負であるコレステリック液晶組成物5を一对の基板3の間隙に充填したものである。

【0046】図2に示すように、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加すると、一对の基板3の表面にはほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子短軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは p から p' に変化する。したがって、前記第1実施例と同様に、印加電界7を増大させるのに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。

【0047】[実施例3]以下、本発明の第3の実施例について説明する。

【0048】本第3実施例は、前記第1実施例に係る液晶表示装置において、螺旋のねじれが右巻であるコレステリック液晶組成物に代えて、螺旋のねじれが左巻であるコレステリック液晶組成物5を一对の基板3の間隙に充填したものである。

【0049】このような液晶組成物としては、たとえば、コレステリルミリスレートとシアノベンチルピフェニルとの混合物がある。

【0050】本第3実施例に係る液晶表示装置によれば、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加すると、一对の基板3の表面にはほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子長軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは p から p' に変化する。液晶表示装置8への入射光 $L1$ のうち、コレステリック液晶組成物5の螺旋のねじれが左巻であるため、選択反射される円偏光 $L2$ は、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチ p によって(式2)で定まる選択反射の中心波長 λ を中心とする波長領域の左回り円偏光になり、選択反射光 $L2$ と同じ波長領域の右回り円偏光と選択反射光 $L2$ の波長領域以外の光を合わせた光 $L3$ が透過することになる。

【0051】他の点は、前記第1実施例と同様である。

【0052】[実施例4]以下、本発明の第4の実施例について説明する。

【0053】図7に、本第4実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0054】本第4実施例に係る液晶表示装置は、螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物5aを充填した前記第1実施例に係る液晶表示装置8aと、螺旋のねじれが左巻のコレステリック液晶組成物5bを充填した前記第3実施例に係る液晶表示装置8bを、表示面に垂直な方向から見たときに第1の液晶表示装置8aの電極1、2のパターンと第2の液晶表示装置8bの電極1、2パターンが相互に、それぞれ重なり合うように積層配置したものである。

【0055】このように、各液晶表示装置の各電極を相互に重なりあうように配置することにより、入射した外光 $L1$ は第1の液晶表示装置8aの電極1、2によって遮られるものの、第2の液晶表示装置8bの電極1、2によって遮られることがない。したがって、入射した外光 $L1$ が短冊状の形状の電極1、2によって遮られる比率が低く維持されて光利用効率が向上する。

【0056】さて、第1の液晶表示装置8aに入射した外光 $L1$ のうち、(式2)で決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射され、残りの光が透過する。その残りの光のうち、(式2)で決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域の左回り円偏光が第2の液晶表示装置8bで選択反射され、さらに残りの光 $L3$ が透過する。第2の液晶表示装置8bで選択反射された左回り円偏光は進行方向が反対になるため第1の液晶表示装置をそのまま透過する。

【0057】したがって、反射光 $L2$ は、入射した外光 $L1$ のうちの、コレステリック液晶組成物5aおよび5bの平均の屈折率と螺旋のピッチで決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域のすべての光である。

【0058】したがって、第1、第2の液晶表示装置の選択反射の中心波長を一致させたまま変化させると、図4に示すように、選択反射光 $L2$ は、電極1、2間に電圧が印加されない状態では曲線10B2で示す反射率で反射されるが、電極1、2間に印加する電圧を変化させると、コレステリック液晶組成物5aおよび5bの螺旋のピッチが増大することによって、曲線10G2、10R2で示す反射率で反射されるように変化する。したがって、これに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。また、さらに、実施例1に比べて2倍の光利用効率で選択反射光が反射されることになる。

【0059】なお、図5には、本第4実施例に係る液晶表示装置の透過率の波長依存性をも示している。図5中の曲線10B4、10G4および10R4はそれぞれ選択反射の特性が図5中の曲線10B2、10G2および10R2である状態における透過光 $L3$ の透過率であ

る。選択反射光 L2 と同様に透過光 L3 の波長依存性も電極 1、2 間に印加された電圧によって変化する。

【0060】以上のように本第 4 実施例によれば、液晶表示装置の反射光 L2 および透過光 L3 の波長依存性を、前記第 1 実施例に比べて 2 倍の光利用効率の反射率および透過率で制御することができる。また、短冊状の形状の電極 1、2 によって入射した外光 L1 が遮られる比率が低く維持することができる。したがって、図 7 に示した構成をひとつのセルとしてマトリクス上に配置すれば、RGB の任意の組み合わせの 8 色を表示できる、光利用効率を、より向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0061】なお、本実施例においては第 1 の液晶表示装置を第 2 の液晶表示装置の上方に配置したが、任意の順序で積層配置してかまわない。また、第 1 の液晶表示装置および第 2 の液晶表示装置には必ずしも等しい電圧を印加する必要はなく、さらに、第 1 の液晶表示装置および第 2 の液晶表示装置それぞれの選択反射の中心波長を、電圧無印加の状態あるいは電圧印加状態で一致させる必要もなく、使用目的等に応じて任意に設定するようにしてよい。

【0062】【実施例 5】以下、本発明の第 5 の実施例を説明する。

【0063】本第 5 実施例では、前記第 1～第 3 実施例の、いずれかに係る 3 個の液晶表示装置 8a、8b および 8c、図 8 に示すように、それぞれの液晶表示装置の短冊状の電極 1、2 の長辺方向が相互に異なる方向に向くように積層配置した。これにより、表示面を見る方向により、短冊状の電極 1、2 によって光が遮られる比率が変化しにくくなるため、光利用効率が表示面を見る方向により変化することを抑制することができる。このようにしても、前記第 4 各実施例と同様明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0064】なお、各液晶表示装置それぞれの選択反射の中心波長は、電圧無印加の状態あるいは電圧印加状態で一致させるようにしてもよく、使用目的等に応じて相互に異なるように設定するようにしてもよい。

【0065】【実施例 6】以下、本発明に係る第 6 の実施例について説明する。

【0066】図 9 に、本第 6 実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0067】本第 6 実施例は、6 個の液晶表示装置 8Ba、8Bb、8Ga、8Gb、8Ra および 8Rb を積層配置し、最下層に黒色プラスチックフィルムからなる可視光吸収体 9 を配置したものである。第 1 の液晶表示装置 8Ba および第 2 の液晶表示装置 8Bb は、それぞれ平均の屈折率 n が 1.5、螺旋の自発ピッチ p_0 が 280 (nm) のコレステリック相を呈する液晶組成物を充填した液晶表示装置である。また、第 3 の液晶表示装置 8Ga および第 4 の液晶表示装置 8Gb は、それぞれ螺旋

の自発ピッチ p_0 が 370 (nm) のコレステリック相を呈する液晶組成物を充填した液晶表示装置であり、第 5 の液晶表示装置 8Ra および第 6 の液晶表示装置 8Rb はそれぞれ、螺旋の自発ピッチ p_0 が 450 (nm) のコレステリック相を呈する液晶組成物を充填した液晶表示装置である。

【0068】また、第 1、第 3、第 5 の液晶表示装置の液晶組成物の螺旋は右巻であり、第 2、第 4、第 6 の液晶表示装置の液晶組成物の螺旋は左巻である。また、その他の点では、各液晶表示装置は、第 1～第 3 実施例で示した液晶表示装置と同様の構成を有している。

【0069】なお、各液晶表示装置の積層の順序は任意でよい。

【0070】さて、このような構成において、電圧無印加の状態では、第 1 の液晶表示装置 8Ba および第 2 の液晶表示装置 8Bb において、それぞれ図 4 中の曲線 10B2 の反射率で 417 (nm) の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光 Ba および左回り円偏光 Bb が選択反射され、図 5 中の曲線 10B4 の透過率で光が透過する。

【0071】同様に、第 3 の液晶表示装置 8Ga および第 4 の液晶表示装置 8Gb においてはそれぞれ図 4 中の曲線 10G2 の反射率で 556 (nm) の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光 Ga および左回り円偏光 Gb が選択反射され、図 5 中の曲線 10G4 の透過率で光が透過する。

【0072】さらに、第 5 の液晶表示装置 8Ra および第 6 の液晶表示装置 8Rb においてはそれぞれ図 4 中の曲線 10R2 の反射率で 682 (nm) の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光 Ra および左回り円偏光 Rb が選択反射され、図 5 中の曲線 10R4 の透過率で光が透過する。このため、電圧無印加状態ではすべての可視光が反射されて極めて明るい液晶表示装置を実現される。

【0073】一方、液晶表示装置 8Ba、8Bb および 8Ga、8Gb にスイッチング素子 60 を介して交流電源 6 から、これらの液晶表示装置の選択反射の中心波長が赤外領域になるように、電圧を印加すると、682 (nm) の波長を中心とする波長領域（赤色領域）の右回り円偏光 Ra および左回り円偏光 Rb のみが反射される。また、液晶表示装置 8Ba、8Bb および 8Ra、8Rb にスイッチング素子 60 を介して交流電源 6 から、これらの液晶表示装置の選択反射の中心波長が赤外領域になるように、電圧を印加すると、556 (nm) の波長を中心とする波長領域（緑色領域）の右回り円偏光 Ga および左回り円偏光 Gb のみが反射される。また、液晶表示装置 8Ra、8Rb および 8Ga、8Gb にスイッチング素子 60 を介して交流電源 6 から、これらの液晶表示装置の選択反射の中心波長が赤外領域になるように、電圧を印加すると、417 (nm) の波長を中心とする波長領域（青色領域）の右回り円偏光 Ba および左回り円偏光 Bb

bのみが反射される。

【0074】もちろん、これらの波長領域の組み合わせで反射を行わせることも可能であるので、図9に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置すれば、RGBの組み合わせ8色の表示が可能なカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0075】一方、8Ba、8Bbおよび8Ga、8Gbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第1の期間と、8Ba、8Bbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第2の期間と、8Ga、8Gbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第3の期間を16.6(ms)の周期で繰り返せば、各液晶表示装置は電圧印加状態で選択反射の中心波長が赤外領域になって可視光はすべて透過するようになったため、第1の期間では赤、第2の期間では青、第3の期間では緑の色が反射されて見える現象が高速に交替する。

【0076】なお、たとえば、図10に示すように、3個の液晶表示装置8Bb、8Gbおよび8Rbを取り去り、反射光として右回り円偏光のみを利用するようにしても同じである。この場合は、常に左回り円偏光Bb、GbおよびRbが可視光吸収体9に達するため光利用効率は低下するが、使用する液晶表示装置の個数が半分になるため駆動回路や駆動電力、重量を半減し、低価格かつ低消費電力の液晶表示装置を提供することができる。なお、もちろん左回り偏光のみを利用するようにしてもよいし、色毎に異なる回りの偏光を利用するようにしてもよい。また、図9、10における可視光吸収体9の材質は任意であり、積層配置した複数の液晶表示装置のうちで最下層の液晶表示装置の一方の基板の一方を可視光吸収体で構成してもよい。

【0077】さて、このように、本第6実施例によれば、光の3原色を高速に交替して反射するカラー表示を実現できるので、図11に示す構成によって、フルカラーの液晶表示を実現することができる。

【0078】すなわち、図11に示すように、図9に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置した液晶表示装置8の下層に黒色プラスチックフィルムからなる可視光吸収体9を積層配置し、液晶表示装置8の上方に、ゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用した透過型単色液晶表示装置22を積層配置する。

【0079】液晶表示装置8における電極パターンは、透過型単色液晶表示装置22における電極パターンあるいは遮光層のパターンが表示面に垂直な方向から見たときに相互に重なり合うように積層配置する。

【0080】また、行駆動回路221、列駆動回路222、各部を制御する制御回路100を設ける。

【0081】そして、このような構成において、制御回路100は、液晶表示装置8が赤、青、緑の色を順次交

代して繰返し高速に反射するよう制御する。また、制御回路は、外部より入力するRGB画像データに応じて行駆動回路221、列駆動回路222を制御して、透過型単色液晶表示装置22上に表示画像パターンの各色に適合した透過率パターンを、液晶表示装置8が赤、青、緑の反射期間に同期して実現し、各色の透過光量を制御する。これにより、液晶表示装置8において選択反射される光の量を任意に制御することができる。すなわち、特定の波長領域の光の量を任意に制御可能である。したがって、これにより、光利用効率を向上した明るいフルカラー液晶表示装置を実現できる。

【0082】なお、透過型単色液晶表示装置22にゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用したが、透過型単色液晶表示装置22としては、ツイステッドネマチック型液晶表示装置やスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置、コレステリック-ネマチック相転移型ゲスト-ホストモード液晶表示装置、動的散乱モード液晶表示装置なども利用して構わない。さらに、透過型単色表示装置であれば無機物を利用した表示装置を用いることも可能である。

【0083】また、図11には、液晶表示装置8として、図10に示した液晶表示装置を用いた場合について示したが、もちろん図9に示した液晶表示装置を用いれば、より明るい表示を実現することができる。

【0084】[実施例7]以下、本発明の第7の実施例について説明する。

【0085】本第7実施例では、前記第4実施例に係る液晶表示装置(図7参照)における基板3の電極2を、図12に示すように設ける。ここで、図12aは、液晶表示装置の電極構造の平面を示し、図12bは、図12a中のA-A'に沿った断面を示している。

【0086】さて、図示するように、本第7実施例では、光透過性のプラスチック基板3の表面に、短冊状の形状の第1の金属電極11を600(μm)の周期で配置し、この周期の1/6の位置に短冊状の形状の第2の金属電極12を周期的に配置し、両者を電極配線93に接続した。次に、前記周期の3/6の位置に周期的に配置した短冊状の形状の第4の金属電極14と、4/6の位置に周期的に配置した短冊状の形状の第5の金属電極15の両者を電極配線93に接続した。そして、この表面にシリコン酸化物からなる絶縁層34を形成し、前記周期の2/6の位置に短冊状の形状の第3の金属電極13を周期的に配置し、電極配線92に接続し、5/6の位置に短冊状の形状の第6の金属電極16を周期的に配置し、電極配線94と接続した。

【0087】そして、図12に示すように電極配線91、92、93および94にそれぞれ交流電源61、62、63および64を接続して電圧を印加し、液晶表示装置を駆動した。この時、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ15(V)、45

(V)、30(V)および0(V)に設定すると、第1の金属電極11と第2の金属電極12に挟まれた部分および第4の金属電極14と第5の金属電極15に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10B2で表されるため青色が反射されて見え、第2の金属電極12と第3の金属電極13に挟まれた部分および第5の金属電極15と第6の金属電極16に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10R2で表されるため赤色が反射されて見え、第3の金属電極13と第4の金属電極14に挟まれた部分および第6の金属電極16と第1の金属電極11に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10G2で表されるため緑色が反射されて見えた。これにより、300(μm)を周期として赤、緑、青が空間的に繰り返されて見えた。ただし、各交流電源61、62、63および64は、同極性(正/負)で電圧を交流している。

【0088】また、同様に、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ45(V)、15(V)、0(V)および30(V)に設定しても、同様に、赤、緑、青が空間的に周期的に繰り返されて見える。

【0089】また、同様に、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ30(V)、45(V)、15(V)および0(V)に設定すると、第1の金属電極11と第2の金属電極12に挟まれた部分および第4の金属電極14と第5の金属電極15に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10B2で表されるため青色が反射されて見え、第2の金属電極12と第3の金属電極13に挟まれた部分および第5の金属電極15と第6の金属電極16に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10G2で表されるため緑色が反射されて見え、第3の金属電極13と第4の金属電極14に挟まれた部分および第6の金属電極16と第1の金属電極11に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10R2で表されるため赤色が反射されて見えた。したがって、やはり同様に、赤、青、緑が空間的に周期的に繰り返されて見える。

【0090】また、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ45(V)、30(V)、0(V)および15(V)に設定しても、同様に、赤、青、緑が空間的に周期的に繰り返されて見える。

【0091】このように、図11に示した液晶表示装置によれば、極めて明るい反射型のRGBカラーフィルターが実現できる。

【0092】したがって、図12に示すように、階調表示可能な透過型の液晶表示装置22を図12に示した液晶表示装置上に積層して用いればフルカラー表示可能な液晶表示装置を実現することができる。

【0093】図12中、22はゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用した透過型の階調表示可能な液

晶表示装置、221は行駆動回路を、222は列駆動回路を、100は各部を制御する制御回路を示す。8が図11に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置した液晶表示装置を、61、62、63、64が図12に示した交流電源61、62、63、64を示している。また、透過型の液晶表示装置22の行と列によって指定される各画素は、液晶表示装置8の各電極間の各領域上に重なるように配置されている。

【0094】このような構成において、制御回路100は、外部より入力するRGB画像データに応じて行駆動回路221、列駆動回路222を制御して、透過型液晶表示装置22の表示画像パターンに適合した透過率パターンを実現すると共に、交流電源61、62、63、64から前述したように液晶表示装置8に電圧を印加することにより光利用効率の高いフルカラー表示が実現される。

【0095】なお、本実施例においては短冊状の形状の電極を配置する周期を600(μm)に設定したが、この値は任意でよく、電極の加工精度や表示装置としての精細度に応じて定めるようにすればよい。また、各交流電源の出力電圧振幅を固定したが、その値はコレステリック液晶組成物の選択反射の中心波長を変調できれば値であればよい。また、絶縁層34をシリコン酸化物によって形成したが、各電極を電気的に絶縁する部材であればよく、たとえばシリコン窒化物や有機高分子を用いるようにしてもよい。

【0096】なお、本実施例においては透過型単色液晶表示装置22にゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用したが、透過型単色液晶表示装置22としては、ツイステッドネマチック型液晶表示装置やスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置、コレステリック-ネマチック相転移型ゲスト-ホストモード液晶表示装置、動的散乱モード液晶表示装置なども利用して構わない。さらに、透過型単色表示装置であれば無機物を利用した表示装置を用いることも可能である。

【0097】【実施例8】以下、本発明の第8の実施例について説明する。

【0098】図15に示すように、本第8実施例は、以上に説明してきた各実施例の液晶表示装置8の下層に、可視光吸収体9を積層配置し、さらに、多数の光ファイバを束ねて接着し、光ファイバの直径方向に切断して平板状に加工した光ファイバプレート21を液晶表示装置8の上方に積層配置したものである。光ファイバプレート21は、様々な方向から入射した外光L0を、光ファイバプレートの法線方向にほぼ平行に進行する光L1に変換する作用を有するため、液晶表示装置8にはほぼ平行光が表示面にほぼ垂直に入射し、選択反射される。そして、反射された光は再び光ファイバプレート21に入射してこれを透過する。これにより、液晶表示装置8に入射した光が電極によって遮られる比率を最小限に抑え

ることができ、また、液晶表示装置8の視角依存性を向上することができ、さらに光利用効率を向上して明るい液晶表示装置を実現できる。

【0099】なお、本実施例においては外光をほぼ平行光にする手段として光ファイバプレート21を使用した。が、複数のレンズを組み合わせて構成した光学系を利用してもほぼ同等の効果を得ることができる。また、可視光吸収体9の材質は任意であり、積層配置した複数の液晶表示装置のうちで最下層の液晶表示装置の一方の基板の一方を可視光吸収体で構成してもよい。

【0100】以上説明したように、本発明の各実施例によれば、基板の表面にほぼ平行な電界によってドメイン境界を発生させることなくコレステリック液晶組成物の螺旋ピッチを変化させ、その反射光および透過光の波長依存性を極めて高い反射率および透過率で制御できる。特に、入射した外光が電極によって遮られる比率を低く抑え、また、表示面を見る方向により光が遮られる比率が変化しにくくすることができる。さらに、光の3原色を高速に交替して反射する表示を実現でき、あるいは、光の3原色が空間的に周期的に繰り返される表示を実現

できる。さらに、これを利用して、透過型単色表示装置を積層配置することによってある特定の波長領域の光の量を任意に制御可能である。このため、本発明によって光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0101】なお、前記第1、第2、第3、第4、第5実施例に係る液晶表示装置に、前記第6、第7実施例で示した階調表示可能な透過型単色液晶表示装置22を、同様にして組み合わせて液晶表示装置の光量を制御することにより、より多彩な色表示を可能とするようにして

もよい。

【0102】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、明るいカラー表示を行うことのできる反射型のカラー液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る液晶表示装置の構造を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例に係る液晶組成物分子の配*

* 向方位角の角度差 ϕ を示す図である。

【図3】コレステリック液晶組成物に印加される電界とコレステリック液晶組成物の螺旋のピッチとの関係を示す図である。

【図4】本発明の第1実施例に係る反射率の波長依存性を示す図である。

【図5】本発明の第1実施例に係る透過率の波長依存性を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図7】本発明の第4実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図8】本発明の第5実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図9】本発明の第6実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図10】本発明の第6実施例に係る他の液晶表示装置の断面を示す図である。

【図11】本発明の第6実施例に係るフルカラー液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第7実施例に係る液晶表示装置の電極の構造を示す図である。

【図13】本発明の第7実施例に係る液晶表示装置の電極と電源との接続関係を示す図である。

【図14】本発明の第7実施例に係るフルカラー液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の第6実施例に係る他の液晶表示装置の断面を示す図である。

【符号の説明】

1、2、11、12、13、14、15、16…電極

91、92、93、94…電極配線

3…基板

34絶縁層

4…配向膜

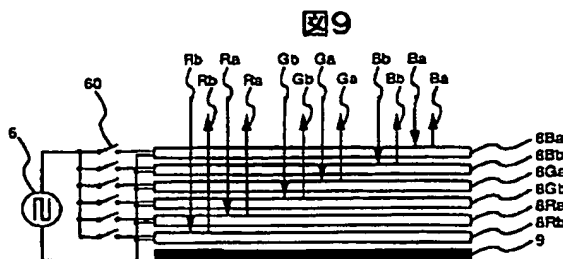
5、5a、5b…コレステリック液晶組成物

6、61、62、63、64…交流電源

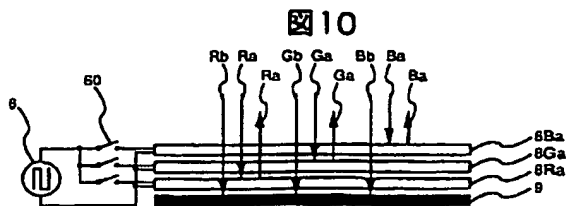
60…スイッチング素子

7…印加電界

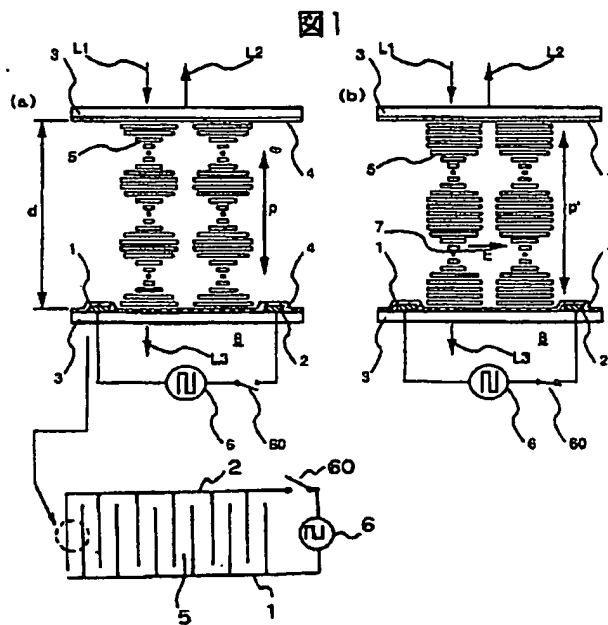
【図9】



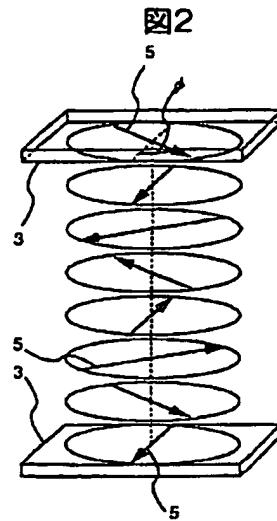
【図10】



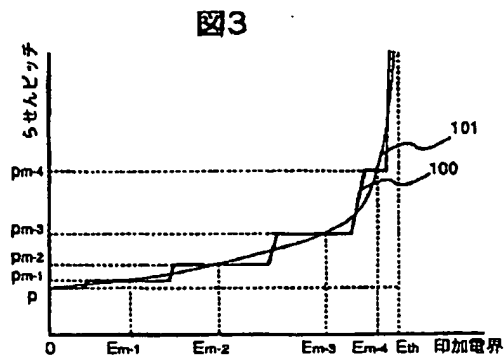
【図1】



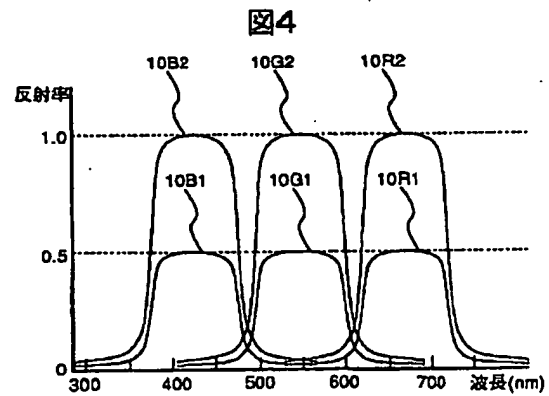
【図2】



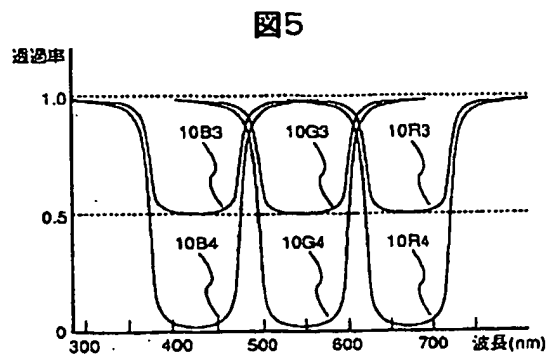
【図3】



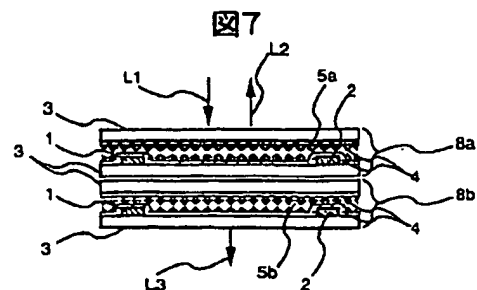
【図4】



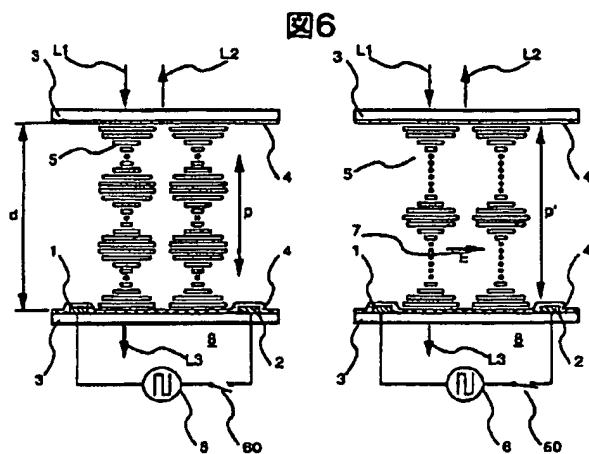
【図5】



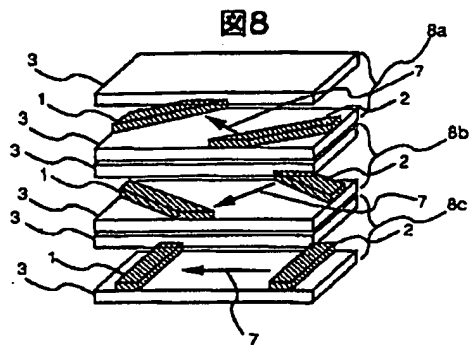
【図7】



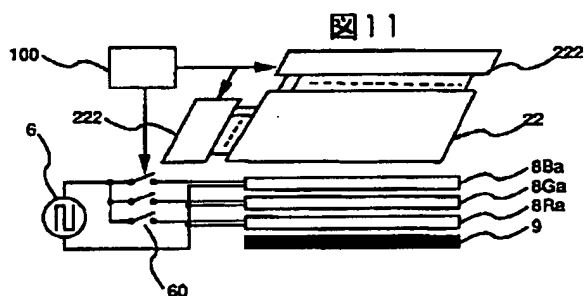
【図6】



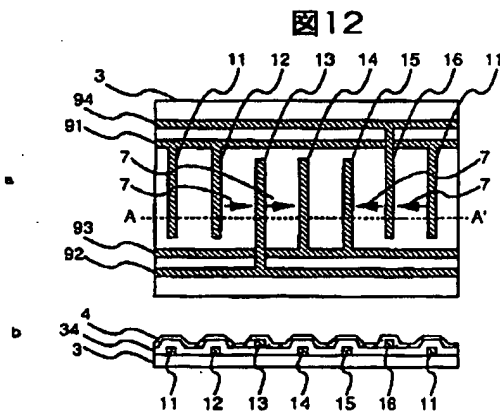
【図8】



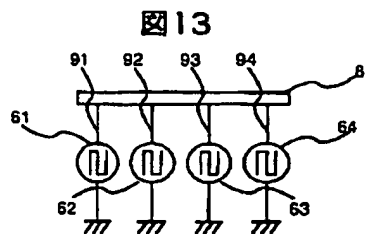
【図11】



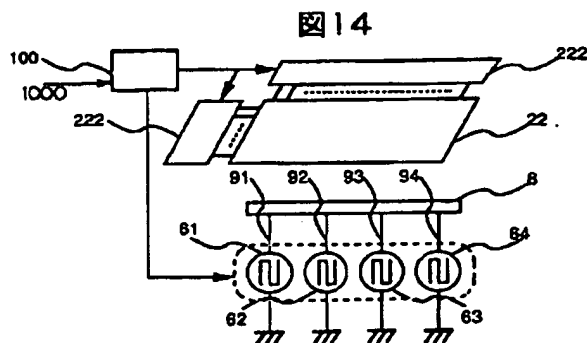
【図12】



【図13】

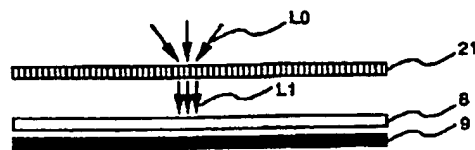


【図14】



【図15】

図15



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 克己
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第2区分
 【発行日】平成13年1月26日(2001.1.26)

【公開番号】特開平 7-209662
 【公開日】平成7年8月11日(1995.8.11)
 【年通号数】公開特許公報 7-2097
 【出願番号】特願平 6-6588
 【国際特許分類第7版】

G02F 1/1343
 1/133 510
 1/1347

【F1】

G02F 1/1343
 1/133 510
 1/1347

【手続補正書】

【提出日】平成11年8月16日(1999.8.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】一定の間隔で対向させた一対の基板と、前記一対の基板の間隙に、その螺旋軸が前記一対の基板の両表面に、略垂直になるように充填されたコレステリック液晶組成物と、前記一対の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に設けられた電極群とを有し、

前記一対の基板の他方の基板側の両表面は、前記コレステリック液晶組成物分子の配向方位角が、当該表面に対して一定となるように処理されており、

前記電極群は、前記一対の基板の表面に平行な方向の電界を前記コレステリック液晶組成物に印加するよう、前記一対の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に配置されており、

前記コレステリック液晶組成物の螺旋ピッチは、前記電極群によって印加される前記電界によって制御されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物を充填した請求項1記載の液晶表示器と、前記螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物と螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が等しい、螺旋のねじれが左巻のコレステリック液晶組成物を充填した請求項1記載の液晶表示器とを有し、
 前記各液晶表示器は、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層されていることを特徴とする

液晶表示装置。

【請求項3】コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が

$$380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が

$$480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積が

$$570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

可視光吸収体とを有し、

前記各液晶表示器は、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層されており、前記可視光吸収体は、積層された全ての液晶表示装置の下層に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1記載の液晶表示器であって、

前記電極群は、一定の間隔で周期的に前記基板の表面に配置された第1の電極群と、

第1の電極群と前記間隔の $1/6$ ずれた位置に周期的に配置された第2の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $2/6$ ずれた位置に周期的に配置された第3の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $3/6$ ずれた位置に周期的に配置された第4の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $4/6$ ずれた位置に周期的に配置された第5の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の5/6ずれた位置に周期的に配置された第6の電極群とを含み、

かつ、前記第1の電極群と前記第2の電極群は、任意の位置に配置された第7の電極に接続し、

前記第4の電極群と前記第5の電極群は、任意の位置に配置された第8の電極に接続していることを特徴とする

液晶表示器。

【請求項5】請求項4記載の液晶表示器であって、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ p_0 と平均の屈折率 n との積は、次式

$$380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。